

Leonardo Marçal Café Soares

Sistemas de Transposição para Peixes: Medida mitigatória para barragens

Universidade do Porto

Faculdade de Ciências

Setembro de 2012

Leonardo Marçal Café Soares

Sistemas de Transposição para Peixes: Medida mitigatória para barragens

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À FACULDADE DE
CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO AMBIENTE

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - FCUP

ORIENTADOR: Professor Doutor Nuno Eduardo Malheiro Magalhães Esteves
Formigo

Setembro de 2012

*"Algo só é impossível até que alguém duvide e
acabe por provar o contrário."*

Albert Einstein

Agradecimentos

Primeiramente aos meus pais, principal fonte de inspiração e onde sempre poderei encontrar apoio.

Aos meus amigos, que em todos os momentos me incentivaram e nunca deixaram que eu desistisse.

Aos meus companheiros de casa pelo apoio e compreensão nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador pelo suporte prestado em todos os momentos.

RESUMO

Neste trabalho é desenvolvido um estudo sobre os Sistemas de Transposição para Peixes. Utilizados principalmente por peixes migradores. São discutidos os impactos causados por barramentos de água, suas implicações na fauna aquática e principais medidas mitigatórias. Este trabalho reúne os principais autores do assunto e discorre sobre os tipos de STP's existentes. Como funcionam, quais as situações mais adequadas para cada tipo. Também estão relacionados seus problemas de funcionamento mais comuns e como remediá-los. A importância da relação entre controlar e operar corretamente um STP e conhecer sua eficiência. Estão levantados aspectos sobre a legislação que rege este tipo de dispositivo no Brasil e em Portugal.

Um dos objetivos deste trabalho foi aplicar o conhecimento adquirido com a experiência dos principais autores e realizar um estudo que se propôs a conhecer a eficiência de dois STP's no Brasil, um situado na cidade de Blumenau-SC e o outro no município de Miracema do Tocantins-TO, apontar os problemas e sugerir melhorias. Não se pode comprovar a eficiência do dispositivo de Blumenau, devido a sua má concepção, opera próximo da ineficiência. Em contrapartida, o STP instalado em Miracema se mostrou eficiente e cumpre sua função.

Pelos aspectos analisados conclui-se que os Sistemas de Transposição para Peixes configuram um instrumento que, bem concebido, pode atenuar os impactos causados por barragens sobre a ictiofauna local.

Palavras chave: *Passagem para Peixes, Sistema de Transposição para Peixes, Escada de Peixes, Medida de Mitigação, Peixes Migradores e Barragens.*

ABSTRACT

In this work we developed a study on Fishways. Mainly used by migratory fish. We discuss the impacts caused by dams, implications for aquatic fauna and main mitigation measures. This work brings together leading authors of the subject and discusses the types of STP's existing. How they work, what situations are the most appropriate for each type. Also listed are their most common operating problems and how to fix them. The importance of the relation between control and operate correctly and know an STP efficiency. The aspects investigated included of the legislation that governs this type of device in Brazil and Portugal.

One of the objectives of this study was to apply the knowledge gained from the main authors' experience and realize a study that proposes to know the efficiency of two STP's in Brazil, the first one in the city of Blumenau-SC and the other one in the city of Miracema-TO, point out problems and suggest improvements. At Blumenau, the device's efficiency can not be confirm due to its poor design, operating close to inefficiency. However, the STP installed at Miracema is efficient and fulfills its function.

By the analyzed aspects, the conclusion is that a well done Systems Implementation for fish configures an instrument which can mitigate the dams' impacts on local fishes population.

Key words: *Fishway, Fish Ladder, Mitigation Measures, Migratory Fishes and Dams.*

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Peixes Migradores.....	3
2.1.1. Espécies migradoras diádromas.....	5
2.1.2. Espécies migradoras potamódromas.....	6
2.2. Barragens.....	7
2.2.1. Impactos das barragens sobre os ecossistemas aquáticos	8
2.2.2. Mitigação dos Impactos	12
2.2.3. Necessidade de implantação de um STP	15
2.3. Passagem para peixes	16
2.3.1. Tipos de passagem para peixes	17
2.3.2. Escolha do tipo de dispositivo.....	30
2.3.3. Atratividade	32
2.3.4. Eficácia de um STP	34
2.3.5. Importância de monitorizar e controlar o funcionamento e conhecer a eficiência dos STP's.	35
2.4. Legislação a respeito dos STPs em Portugal e no Brasil.....	36
2.4.1. Legislação, Portugal	36
2.4.2. Legislação, Brasil	36
3. ESTUDO DE CASO.....	39
3.1. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA ESCADA PARA PEIXES NO RIBEIRÃO GARCIA NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU – SC.....	39
3.2. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DA USINA HIDRELÉTRICA LUÍS EDUARDO MAGALHÃES – TO.....	43
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
6. ANEXO.....	57

Índice de Figuras

Figura 1 - Salmão tentando vencer desnível de um rio (Fonte: telegraph.co.uk).....	3
Figura 2 - Esquema que ilustra padrões típicos da movimentação dos peixes de água doce em um rio Europeu. (Fonte: LUCAS <i>et al</i> , 2001)	4
Figura 3 - Migradores a utilizar um STP (Fonte: planetware.com).....	5
Figura 4 - Barragem de Touvedo, Portugal. (Fonte: cnpqb.inag.pt).....	7
Figura 5 - Ursos se alimentando em um canal artificial de desova de Salmões. (wildbcsalmon.ca, 2007)	15
Figura 6 - Passagem para peixes no rio Columbia. (Fonte: nwcouncil.org).....	17
Figura 7 - Passagem por bacias sucessivas convencional (JENS, 1982 adaptado por FAO/DVWK, 2002)	18
Figura 8 - Bacias sucessivas (A) jato de água mergulhante e (B) jato de superfície (adaptado de KATAPODIS, 1992)	19
Figura 9 - Cânion do rio Fraser, Canadá, conhecido como <i>Hell's Gate</i> (Fonte: www.saxvik.ca)	20
Figura 10 - Vertical slot (A) uma fenda, (B) duas fendas (adaptado de LARINIER, 2002)	21
Figura 11 - Representação de uma passagem do tipo 'Denil' (KATAPODIS, 1992)	22
Figura 12 - Passagem para Enguias (Fonte: nypa.gov)	23
Figura 13 - Esquema de passagem para Enguias (PORCHER, 2002).....	25
Figura 14 - Funcionamento de uma eclusa (FAO/DVWK, 2002)	27
Figura 15 - Canal bypass naturalizado no rio Siikajoki, Finlândia (Gerd Marmula).....	29
Figura 16 - Exemplo comum de passagem 'Bypass channel' (FAO/DVWK, 2002).....	30
Figura 17 - Barragem e escada de peixes (MORETTO, 2005).....	39
Figura 18 - Sítios de captura e marcação das amostras (MORETTO, 2005)	40
Figura 19 - Superfície da barragem exposta (MORETTO, 2005)	42
Figura 20 - Área de estudo e localização dos pontos de amostragem a montante e jusante da barragem (ALMEIDA, 2006)	44
Figura 21 - Passagem do tipo " <i>wier & orifice</i> " (ALMEIDA, 2006).....	45
Figura 22 - Escada de peixes da barragem de Lajeado (Fonte: Google Earth)	46

1. INTRODUÇÃO

As alterações do meio ambiente pelo homem são algo visto desde sempre. Buscam-se alternativas para viver melhor, e com isso altera-se o ambiente, muitas vezes sem dar a devida atenção às outras formas de vida.

Embora as águas doces superficiais representem uma pequena parcela do total de água disponível, e os rios como maiores representantes uma parte ainda menor, os impactos sobre eles são de elevada magnitude, e transformam totalmente as interações ecológicas que regem esses ecossistemas.

Entre os principais organismos afetados pelas constantes alterações nos cursos de água estão os peixes que, de um modo geral, vivem em função de dois princípios básicos: o primeiro é para manutenção da vida, pois estão sempre em busca do melhor lugar para viver, procuram lugares com temperatura ideal, disponibilidade de alimento e melhores condições físico-químicas das águas, nesse sentido as migrações são de fluxo descendente, e o segundo está relacionado com as migrações para reprodução, que se dão principalmente nas migrações contra a corrente (GODOY, 1985 *apud* MARTINS, 2000).

Responsáveis por grandes alterações dos cursos de água, as barragens têm como finalidade melhorar o bem estar do Homem. São construídas principalmente para armazenamento de água (e posterior utilização na agricultura, indústria, uso doméstico, turismo e lazer), geração de energia e regularização de caudal. No entanto, a construção de uma barragem altera significativamente a ecologia de um curso de água, pois pontualmente, transforma um sistema lótico em lêntico e afeta o comportamento da ictiofauna, colocando barreiras à livre circulação das espécies, impedindo os peixes migradores de atingir os habitats de destino (rio acima ou abaixo) para se alimentar ou reproduzir, fazendo com que esse fator seja apontado como um dos principais que contribuíram para a diminuição e por vezes a extinção de algumas espécies (BOCHECHAS, 1995). Em Portugal as espécies mais afetadas são: o Esturjão (*Acipenser sturio*, da família Acipenseridae), a Enguia (*Anguilla anguilla*, da família Anguillidae), a Lampreia Marinha (*Petromyzon marinus*, da

família Petromyzontidae), o Salmão (*Salmo salar*, da família Salmonidae) e o Sável (*Alosa alosa*, da família Clupeidae) (BERNARDO, 2001).

A fim de minimizar esse impacto foram criados mecanismos que ajudem as populações piscícolas migradoras a transporem essas barreiras, são os chamados Sistemas de Transposição para Peixes ou STP. A maioria dos autores divide os principais tipos de STPs em: escadas de peixes (sistema de bacias sucessivas), elevadores para peixes, passagens por deflectores (Denil), eclusas tipo Borland e passagens naturalizadas.

O primeiro STP que se conhece, teve origem na Suíça, data do ano de 1640 na cidade de Bern, e situa-se no rio Aar. A estrutura construída sem qualquer fundamento científico, tinha como objetivo auxiliar os peixes a vencer uma barreira natural de 2 metros (GODOY, 1985, *apud* MARTINS, 2000).

Em 1909, Denil publica um artigo em que descrevia um novo tipo de passagem para peixes baseado em métodos científicos, e desde então surgiram diferentes propostas para os STP (CLAY, 1995).

Uma definição simplista define um STP apenas como uma passagem para peixes migradores, mas Morishita (1995, *apud* MARTINS, 2000) sugere uma ampliação deste termo para “bio-path” (caminho biológico), uma vez que outros organismos também utilizam os STPs.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Peixes Migradores

Os peixes são definidos como animais vertebrados, de sangue frio, que possuem barbatanas, endoesqueleto ósseo ou cartilaginoso, cobertos na maioria dos casos por escamas, também podem ser cobertos por couro, totalmente adaptados ao ambiente aquático, dado o desenvolvimento das chamadas brânquias, ou guelras que possibilitaram a obtenção do oxigênio dissolvido na água e que faz parte do seu processo metabólico. Dentre os peixes, existem alguns que, em determinada fase do ciclo de vida necessitam mudar de ambiente, seja por questões de alimentação ou para reprodução, e que são classificados como peixes migradores.

O conceito de peixes migradores (figura 1) leva em consideração que as zonas de refúgio, alimentação e reprodução, estão separadas umas das outras, existindo a necessidade de deslocamentos periódicos entre um sítio e outro. A distância entre esses locais pode ser de centenas de metros até milhares de quilômetros.



Figura 1 - Salmão tentando vencer desnível de um rio
(Fonte: telegraph.co.uk)

A partir deste conceito, podem-se identificar dois tipos de migradores, os que migram dentro de um sistema dulciaquícola (figura 2), a que se dá o nome de potamódromos, e os considerados verdadeiros migradores, pois migram entre água doce e salgada, a que se dá o nome de diádromos. Estes últimos podem ser divididos em três subcategorias: anádromos, catádromos e anfídromos. Anádromos são aqueles que passam a maior parte da vida no mar e voltam para reproduzir-se em águas interiores. Os peixes catádromos fazem o inverso, passam a maior parte da vida em água doce e migram para o mar na altura de reproduzir. E por fim os anfídromos, que são peixes diádromos cujas migrações entre as águas doce e salgada ou vice-versa ocorrem sem qualquer relação com a reprodução,

normalmente por questões fisiológicas, mas de forma regular durante certos períodos de sua vida.

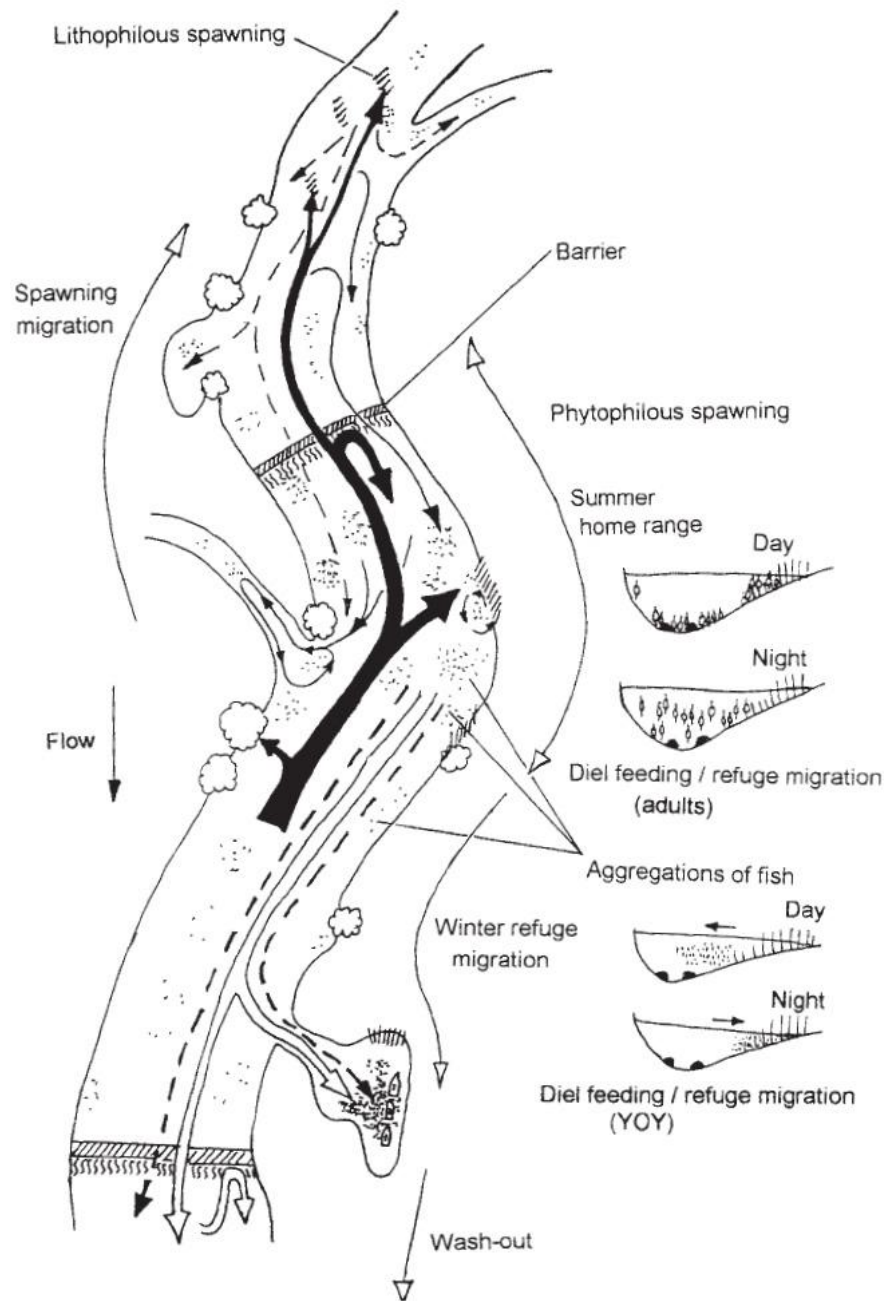


Figura 2 - Esquema que ilustra padrões típicos da movimentação dos peixes de água doce em um rio Europeu. Linhas contínuas representam o movimento dos peixes adultos; linhas tracejadas indicam o movimento dos peixes jovens. A linha sólida em negrito representa as desovas de primavera (adultos) / redistribuição da migração de peixes juvenis. Os desenhos da lateral direita representa distribuições de peixes adultos e juvenis ao longo de um dia em uma secção transversal do canal de um rio. (Fonte: LUCAS *et al*, 2001)

2.1.1. Espécies migradoras diádromas

Os peixes diádromos constituíram um importante recurso para as populações humanas, pois na altura de reprodução se concentram nos estuários dos rios, o que os torna facilmente capturáveis. Entretanto, sua exploração tem diminuído devido à redução do efetivo das espécies economicamente vantajosas, que existem em um número cada vez menor. Esse decréscimo é associado a alguns fatores, como a pesca ilegal e predatória (que atua acima dos níveis de sustentabilidade e na captura de juvenis), as profundas modificações nas zonas de desova, a construção de barreiras físicas (e.g. barragens sem STP) e a poluição.

Por conta dessa redução, a maioria dos dispositivos de transposição é feita para estas espécies, em especial para os salmonídeos. O aumento dos obstáculos à sua migração foi o que despertou o interesse em construir esses dispositivos.

Por existir uma diversidade muito grande de espécies diádromas, com diferenças significativas quanto a sua habilidade de natação e períodos de migração, é dificultada a instalação de um dispositivo eficaz (figura 3) para todas elas. Assim, projetar uma passagem que atenda a um salmonídeo adulto, que possui grande capacidade de natação, e a um peixe catádromo como a Enguia, de reduzidas dimensões e baixa capacidade de natação, é um desafio a ser superado.



Figura 3 - Migradores a utilizar um STP (Fonte: planetware.com)

Atualmente, na Europa, existem 30 espécies de peixes diádromos, das quais 28 são anádromas e 2 catádromas. (BERNARDO, J.M. *et al*, 2001)

Em Portugal, conforme sintetiza a tabela 1, encontramos o Salmão (*Salmo salar*), a Truta Marisca (*Salmo trutta*), o Sável (*Alosa alosa*) e a Lampreia (*Petromyzon marinus*) (ALEXANDRINO, 1990).

Tabela 1 - Adaptado de ALEXANDRINO, 1990.

Espécies Migradoras	Períodos de migração para montante
Anádromas	
<i>Salmo salar</i> (n.v. Salmão)	Pode ocorrer todo o ano
<i>Salmo trutta</i> (n.v. Truta)	Primavera ao outono
<i>Alosa alosa</i> (n.v. Sável)	Primavera (março a junho)
<i>Alosa fallax</i> (n.v. Savelha)	Primavera (março a junho)
<i>Petromyzon marinus</i> (n.v. Lampreia)	Janeiro a maio (picos em março)
Catádromas	
<i>Anguilla anguilla</i> (n.v. Enguia)	Outubro/Novembro a Abril/Maio
Anfídromas	
<i>Mugil cephalus</i> e <i>Liza sp.</i> (n.v. Taíinha)	Verão principalmente
<i>Atherina boyeri</i>	?

n. v. = nome vulgar

2.1.2. Espécies migradoras potamódromas

As espécies denominadas potamódromas passam todo seu ciclo de vida em meio dulciaquícola e efetuam migrações regulares dentro deste sistema. Em Portugal podemos citar *Chondrostoma sp* (Bogas) e *Barbus sp* (Barbos), que em certos períodos efetuam migrações em massa na altura da reprodução. Sendo assim, a existência de barragens não representa um problema tão grande para estas espécies quanto para as diádromas, não deixando o seu efeito na ecologia das mesmas de ser importante (ALEXANDRINO, 1990).

Ainda que as exigências migratórias das espécies potamódromas sejam menores do que as espécies diádromas, é necessária que seja mantida a conectividade entre todo o rio, pois dependem de suas migrações para alimentação, reprodução, ou ambos os fenômenos para completar seu ciclo de vida (PORCHER & TRAVADE, 2002).

2.2. Barragens

Com exceção da Grande Muralha da China, as barragens (figura 4) são as maiores estruturas de sempre a serem construídas. Através da história, grandes barragens foram construídas para conter enchentes, irrigar fazendas e gerar grandes quantidades de energia. Sem as barragens a vida moderna, como a conhecemos hoje, seria praticamente impossível.

Acredita-se que a primeira barragem feita pelo homem para utilização da água na agricultura, data aproximadamente de 3000 a.C., em *Jawa* no norte de onde hoje é a Jordânia.

Existem ainda evidências de outra barragem construída pelos egípcios, por volta do ano 2700 a.C., *Sadd el-Kafara*, tinha 107 m de comprimento e 11 m de altura, construída com pedras e barro, a cerca de 32 km ao sul do Cairo, no Egito. Foi destruída pouco tempo depois por um dilúvio devido a falta de um vertedouro para escoar o excesso de água. (JANSEN, 1980).



Figura 4 - Barragem de Touvedo, Portugal. (Fonte: cnpgb.inag.pt)

Uma das barragens mais antiga ainda em uso é um aterro de enrocamento, situada no rio Orontes na Síria, e teria sido construída no ano 1300 a.C. (ICOLD, 2007).

2.2.1. Impactos das barragens sobre os ecossistemas aquáticos

As hidroelétricas, vistas por muitos como uma fonte de “energia limpa”, do ponto de vista ambiental não podem ser consideradas uma ótima solução ecológica. Elas interferem drasticamente no meio ambiente, devido à construção das represas, que provocam inundações em imensas áreas de matas, interferem no fluxo de rios, destroem espécies vegetais, prejudicam a fauna, e interferem na ocupação humana (INATOMI & UDAETA, 2005). Como principais impactes ecológicos pode-se citar: destruição das paisagens e dos ecossistemas ripícolas, por afogamento ou alteração do regime hídrico; destruição de corredores ecológicos; destruição dos solos submersos; risco de eutrofização; eliminação de espécies migradoras e; impossibilita o turismo de natureza (MELO, 2009).

A construção de uma barragem altera localmente o clima e o ecossistema aquático, consequência do represamento da água. O crescente aumento no número de barragens traz impactos adjuntos que influenciam diretamente nas comunidades aquáticas do sítio em que são instaladas, em especial sobre os peixes.

Independentemente dos peixes terem ou não a possibilidade de transitar entre um lado e outro da barragem, as águas represadas não terão as mesmas características das águas originais, que antes fluíam naturalmente pelo leito do rio. Há mudanças na temperatura, na condição físico-química, na profundidade (o que altera a incidência de luz solar). Estabelecem-se novas condições posteriores à implantação de uma barragem, a que os peixes nativos daquela região não estavam habituados, trazendo algum desconforto (HEINLEIN & DOURADOR, 2009).

Os impactos gerados pela instalação de uma barragem se iniciam na preparação para a construção e se propagam até sua desativação. Assim, muitos são os impactos atribuídos à construção e operação de uma barragem, mas aqui iremos tratar somente os impactos ambientais que atingem direta ou indiretamente o ecossistema aquático durante a fase de operação da barragem, com maior ênfase

na comunidade piscícola. Esses impactos têm sido alvo de inúmeros estudos e ações, com o objetivo de compatibilizar os empreendimentos e as medidas de conservação do ambiente.

A *World Commission on Dams* categoriza os impactos como sendo, (i) **impactos de primeira ordem**, que englobam as consequências físicas, químicas e geomorfológicas decorrentes do bloqueio do rio e alterações na distribuição espaço-temporal da vazão; (ii) **impactos de segunda ordem**, que envolvem mudanças na produtividade primária e na estrutura do canal, compreendendo o trecho represado e, principalmente, o segmento a jusante da barragem; (iii) **impactos de terceira ordem**, que envolvem alterações na comunidade aquática causadas por impactos de primeira (ex: bloqueio de migração) ou de segunda ordem (ex.: redução na disponibilidade da biomassa planctônica).

A alteração da circulação das águas em um rio pode impedir a existência de algumas espécies naquela região, que dependem da correnteza para que possam se orientar, alimentar e reproduzir-se. Algumas espécies são de ambientes onde a mudança constante da água é fundamental para que se mantenham as condições físico-químicas ideais. Isso é exemplificado em um artigo publicado em um jornal do Japão previa o desaparecimento por completo do *Sweetfish* (*Plecoglossus altivelis*), um peixe de água doce típico daquele país, caso o rio *Nagaragawa* fosse represado para que fosse construída uma barragem com o intuito de gerar energia. O artigo diz que a alteração do fluxo de água corrente para um lago artificial, impediria a existência desta espécie, e pedia a compensação aos pescadores dependentes da pesca (Japan Commission on Large Dams, 2009).

Os impactos negativos produzidos pelos reservatórios sobre as comunidades aquáticas, em particular sobre os peixes, devem ser analisados em suas dimensões temporais e espaciais. Temporalmente deve-se considerar que as alterações, ou se manifestem de maneira abrupta, de forma a que os limiares de tolerância de determinadas espécies sejam excedidos ou os limiares de competição e predação são transpostos; ou de forma gradativa quando resultantes das interações de processos biológicos, físicos e químicos que se manifestam de maneira gradual. Os impactos agudos são mais facilmente detectados e previstos, ao contrário dos

crônicos, cuja detecção depende de um monitoramento prolongado das comunidades. Tudo isso deve ser levado em conta na análise dos impactos e na implementação de medidas mitigadoras, tanto a montante quanto a jusante do reservatório (AGOSTINHO, 1994).

Deve-se salientar, entretanto, que os barramentos, em especial dos grandes rios, comprometem todo o ecossistema, causando alterações na flora e na fauna terrestre e aquática, na maioria das vezes de modo irreversível. Entre os aspectos universais relativos a barramentos incluem-se: I) interrupção do fluxo migratório de algumas espécies, comprometendo a ocorrência das mesmas na região; II) modificação na estrutura da comunidade, favorecendo o desenvolvimento de espécies com características de ambientes lênticos, em detrimento das espécies características de ambientes lóticos; III) redução da densidade de espécies em decorrência da diminuição da diversidade de ambientes; IV) perturbação dos sistemas aquáticos e hidrológicos a jusante, incluindo estuários e V) redução generalizada da biomassa pesqueira a jusante (CHAGAS, 1994).

As tabelas 2, 3 e 4 apresentam uma síntese dos impactos potenciais das barragens sobre a ictiofauna.

Tabela 2 - Impactos potenciais dos represamentos sobre a ictiofauna (AGOSTINHO, 1994).

Impactos potenciais no reservatório		
Fonte de impacto	Ação impactante	Impacto observado
Redução das áreas sazonalmente alagáveis	Redução nas áreas de desenvolvimento inicial	Redução dos estoques
Alterações na dinâmica da água	Mudança dos atributos físicos, químicos e biológicos	Proliferação de espécies rústicas, geralmente de menor valor comercial Extinção local de espécies estritamente reofílicas
Estratificação térmica e química	Depleção do oxigênio Desestratificação	Fuga ou eventualmente mortandade de peixes Eventual mortandade de peixes
Alta eutrofização	Deterioração da qualidade da água	Mortandade de peixes

Assoreamento	Restrições a comunidade bentônica	Restrições à alimentação de espécies bentófagas
Instabilidade de nível e ação erosiva das ondas	Restrições e instalação de uma comunidade vegetal e animal	Restrições de abrigo e disponibilidade alimentar para espécies forrageiras e formas jovens Restrições à desova para algumas espécies
Redução na relação área terrestre / área aquática	Menor disponibilidade de alimentos alóctones	Redução nos estoques de espécies frugívoras ou que dependam de suprimento alimentar alóctone

Tabela 3 - Impactos potenciais dos represamentos sobre a ictiofauna (AGOSTINHO, 1994).

Impactos potenciais a montante		
Fonte de impacto	Ação impactante	Impacto observado
Afogamento de quedas de água	Eliminação de barreiras naturais à dispersão	Introdução de espécies nos segmentos a montante, com os impactos decorrentes
Ampliação da área lacustre na bacia	Proliferação de espécies rústicas de menor interesse à pesca	Dispersão para os trechos a montante, reduzindo o interesse à pesca

Tabela 4 - Impactos potenciais dos represamentos sobre a ictiofauna (AGOSTINHO, 1994).

Impactos potenciais a jusante		
Fonte de impacto	Ação impactante	Impacto observado
Regulação e redução da vazão	Reduções na área alagável pela atenuação dos picos de cheia e perda de vazão	Redução dos estoques que dependem da planície alagável para o desenvolvimento inicial
	Retardamento do pico de cheias	Redução dos estoques pela elevação da mortalidade ou sucesso parcial da desova de espécies com ciclo sincronizado às cheias
Retenção de sólidos em	Maior capacidade	Alterações no habitat

suspensão	carreadora da água evertida e alterações morfológicas e granulométricas no canal Maior transparência da água	relacionadas a abrigo, desova e a disponibilidade de alimento bentônico Incremento na mortalidade de jovens por predação
Queda da água no vertedouro ou pressão de turbinas	Supersaturação gasosa nas áreas adjacentes à barragem Turbulência hidráulica ou pressão elevada	Mortalidade por embolia gasosa Mortandade de peixes Incremento na densidade de predadores atraídos por peixes feridos
Atração hidráulica de peixes pelo canal de sucção durante as operações de manutenção de turbinas	Concentração de peixes sob condições de oxigênio em depleção	Mortandade de peixes por asfixia
Reduções súbitas da vazão a jusante para o enchimento do reservatório ou atender picos de demanda energética	Exposição do leito do rio	Mortandade por asfixia, temperatura ou dessecamento
Interceptação do rio pela barragem	Inacessibilidade dos peixes a sua área de reprodução e ou alimentação Concentração de peixes nas proximidades da barragem	Redução do estoque, com possível inviabilidade da espécie Aumento nos níveis de predação, inclusive pelo homem

2.2.2. Mitigação dos Impactos

As medidas de mitigação são ações tomadas com a finalidade de evitar, minimizar ou compensar os impactos negativos que ocorreriam caso essas medidas não fossem adotadas (UNEP, 2007).

O sucesso de uma medida de mitigação depende da forma e do momento em que é realizada. Para aqueles impactos de natureza aguda, elas devem ser

executadas prontamente, caso os impactos tenham sido previamente estudados. Já para os impactos crônicos deve-se realizar o monitoramento das comunidades, feito com base em levantamentos prévios e acompanhar os fatos que ocorrem na bacia (AGOSTINHO, 1994).

As medidas de mitigação podem ser amplamente classificadas como estruturais e não estruturais. Medidas estruturais incluem alterações na localização do projeto e no *design* de alguns componentes (por exemplo, na altura da barragem ou a inclusão de uma passagem para peixes no projeto). Como medidas não estruturais podemos citar a adaptação das regras de operação, alterações no quadro legal e institucional (como criar um setor de gestão da barragem), gestão das demandas de água e energia, consciência pública e treinamento. Algumas medidas incorporam ambos os aspectos, como o controle de sedimentos nas cabeceiras (estrutural) combinado com uma melhor gestão do uso da terra (não estrutural) (UNEP, 2007).

Durante algum tempo as ações destinadas a minimizar os impactos de represamento sobre a ictiofauna foram marcadas por equívocos, culminando com muitos casos ineficazes ou passíveis de levar a impactos ainda maiores. Isso decorreu essencialmente do fato de que dessas ações não serem inseridas em um planejamento global de manejo, com objetivos precisos, claros e baseados no conhecimento do sistema. As medidas de mitigação destinadas a minimizar os impactos de represamentos sobre a ictiofauna limitavam-se à construção de estações de piscicultura, e ao transporte de peixes para trechos a montante da barragem (AGOSTINHO, 1994).

As medidas mitigadoras dos impactos ambientais causados sobre a ictiofauna devem visar sua otimização, pois é um processo que lida com a escassez e abundância de indivíduos de diferentes níveis organizacionais ecológicos e uma grande diversidade biológica. Trata-se de intervenções diretas, como a eliminação de espécies indesejáveis pela captura; a erradicação por meios químicos e/ou mecânicos; a introdução de espécies competitivas do mesmo nicho ecológico ou de reforço do estoque pesqueiro com espécies selecionadas. Intervém-se ainda sobre os ambientes em períodos que favorecem ou prejudicam as fases reprodutivas e

juvenis ou a disponibilidade de alimentos. Há ainda a possibilidade de operações especiais dos reservatórios: ampliação ou redução das áreas de desova, pela oscilação do nível de água, controle das plantas aquáticas e implantação de dispositivos adequados para proteger as desovas ou abrigar espécies forrageiras.

Frequentemente os planos nacionais de administração pesqueira, objetivam evitar problemas para as populações aquáticas em seus períodos críticos, como nas épocas de reprodução, impedindo a captura de indivíduos de espécies raras ou em idades reprodutivas. Em Portugal, há pouco foi proibida a pesca do meixão (filhotes de Enguia), uma iguaria caríssima, que não faz parte dos hábitos de consumo dos portugueses e tem sua produção exportada praticamente em sua totalidade para a Espanha. Está sinalizada a nível europeu como uma espécie em perigo, principalmente pela sobre pesca. A sua captura é feita com uma rede em que a malha é muito apertada e acabam por apanhar todo tipo de crias.

Alguns países desenvolveram técnicas ecológicas para proteção dos peixes migradores, criando artificialmente locais para desova em cursos fluviais, com condições favoráveis quanto à manutenção e perpetuação das espécies. Entretanto, em algumas regiões dos Estados Unidos, a construção desses canais tem atraído ursos durante o outono, isso se deve a facilidade em que os peixes são capturados em águas rasas (figura 5).

Para além das técnicas de manejo, outra medida fundamental para preservar a ictiofauna são os Sistemas de Transposição de Peixes (STP): ascensores, bacias sucessivas ou escadas de peixes, deflectores, eclusas e passagens naturalizadas. Outra medida que traz muitos benefícios e auxiliam os peixes a transportem uma barragem são os resgates de peixes. Os peixes são atraídos para junto das barragens pela agitação das águas, e pela impossibilidade de transporem se concentram a jusante da mesma. Algumas concessionárias realizam a captura e o armazenamento em caminhões desses peixes, e os transportam rio acima além da última barragem, onde são soltos e podem continuar sua migração. Essa medida evita o cansaço demasiado, que provoca inúmeras mortes durante a migração, e assim obtém-se grande sucesso dos animais em chegar ao sítio de desova.



Figura 5 - Ursos se alimentando em um canal artificial de desova de Salmões. (wildbcsalmon.ca, 2007)

2.2.3. Necessidade de implantação de um STP

A instalação de um dispositivo de passagem para peixes é condicionada, primeiramente, pelo estado em que aquele trecho do rio se encontra antes da construção da barragem, e para isso deve-se conhecer a comunidade piscícola existente e a relevância dessa obra sobre essa comunidade. Alguns pontos a serem questionados:

- i) a existência de populações de peixes e, no caso de não existirem, a causa da não existência, nomeadamente se se trata de uma causa definitiva ou não;
- ii) a composição da comunidade piscícola eventualmente existente, tendo em conta a importância, quer do ponto de vista ecológico quer numa perspectiva económica, das espécies presentes;
- iii) a existência de atividade piscatória desportiva ou profissional no troço em causa ou associada a populações eventualmente postas em risco;
- iv) a existência, a montante desse local, de habitats necessários para a manutenção das populações de peixes e a relevância desses habitats, tendo em conta que poderão existir outros semelhantes a jusante que possam satisfazer as necessidades das populações ou ainda,
- v) a preexistência de obstáculos, naturais ou não, que de alguma forma já impeçam a chegada de peixes ao local de construção do açude (SANTO, 2005).

Ainda assim, deve-se tentar prever como a barragem vai modificar o regime dos caudais da bacia a jusante, assim como devem ser consideradas as alterações a montante da barragem, que modificam o sistema existente, lótico em lântico, e inundam eventuais habitats de desova.

Caso essas modificações a montante não sejam favoráveis ao cumprimento das funções biológicas que induzem as espécies a subirem o rio, a construção de um sistema de transposição de peixes torna-se menos importante.

Por isso, preservar os habitats procurados pelos peixes, garantir um caudal suficiente a jusante da obra na altura da reprodução das espécies endógenas daquele rio e manter os níveis de poluição dentro dos limites aceitáveis para a existência da população piscícola, é assegurar que o sistema vá ser utilizado e cumprir sua função ecológica de manter o rio acessível à ictiofauna e justifica a instalação desse tipo de dispositivo.

Mesmo tomando todas as medidas que aparentemente possibilitem o bom funcionamento do dispositivo, deve-se ter em conta que situações imprevistas podem ocorrer e o funcionamento da barragem pode influenciar o curso do rio e a eficiência do dispositivo. Algumas situações não podem ser previstas e ocorrem após o início da operação.

2.3. Passagem para peixes

As passagens para peixes configuraram-se durante o último século, como a principal alternativa para mitigar os impactos que as barragens causam no que se refere à livre circulação da ictiofauna. Desde a concepção da primeira passagem, os métodos e as técnicas de construção, operação e manutenção das passagens têm evoluído, ao ponto de agora podermos contar com diferentes soluções.

O princípio geral das passagens consiste em atrair os peixes à entrada do dispositivo à jusante do obstáculo e levá-los a montante através de um caminho com água ou capturá-los numa cuba e soltá-los a montante (REIS & SANTOS, 1999). São concebidas para reduzir a velocidade da água e o gradiente, de maneira que os peixes possam ascender e passar pela barragem de forma eficiente (figura 6). Geralmente um fluxo auxiliar de água é utilizado para promover a atração. A eficácia

das passagens está diretamente ligada à atratividade do dispositivo. Em primeiro lugar os peixes devem encontrar facilmente a entrada, e para isso deve ter-se em conta aspectos como o comportamento das espécies alvo e as condições hidrodinâmicas junto à entrada do dispositivo.



Figura 6 - Passagem para peixes no rio Columbia. (Fonte: nwcouncil.org)

Ainda assim, mesmo quando bem concebidas e implantadas, as passagens para peixes não resolvem o problema da livre circulação das espécies, pois não substituem as condições que existiam antes da instalação do obstáculo. Elas constituem uma medida que reduz o impacto causado pela imposição de uma barreira física.

2.3.1. Tipos de passagem para peixes

A seguir são apresentados os principais dispositivos de passagem para peixes, e para sua escolha deve-se atender principalmente ao desnível a ser superado, e às características locais da obra.

2.3.1.1. Escadas de peixes ou bacias sucessivas, “*fish ladder*” e “*weir & orifice*”;

A escada de peixes é o dispositivo escolhido com maior frequência para os pequenos aproveitamentos hidroelétricos e açudes, devido a sua amplitude em

atender diferentes espécies. É considerado o dispositivo mais adequado às espécies existentes em Portugal (SANTO, 2005).

Concebido para permitir deslocamentos de jusante a montante, também pode ser utilizado no sentido inverso. Além dos peixes outros organismos podem utilizar esse tipo de passagem, como a lontra e a toupeira de água (SANTO, 2005). Seu funcionamento consiste basicamente em dividir o desnível criado pela barragem em uma série de reservatórios ou tanques escalonados sequencialmente em degraus, criando um canal por onde os peixes possam nadar ou saltar de bacia em bacia (figura 7). Os degraus possuem a finalidade de dissipar a energia de forma localizada e manter o nível de água a fim de favorecer a ascensão dos peixes com um cansaço reduzido.

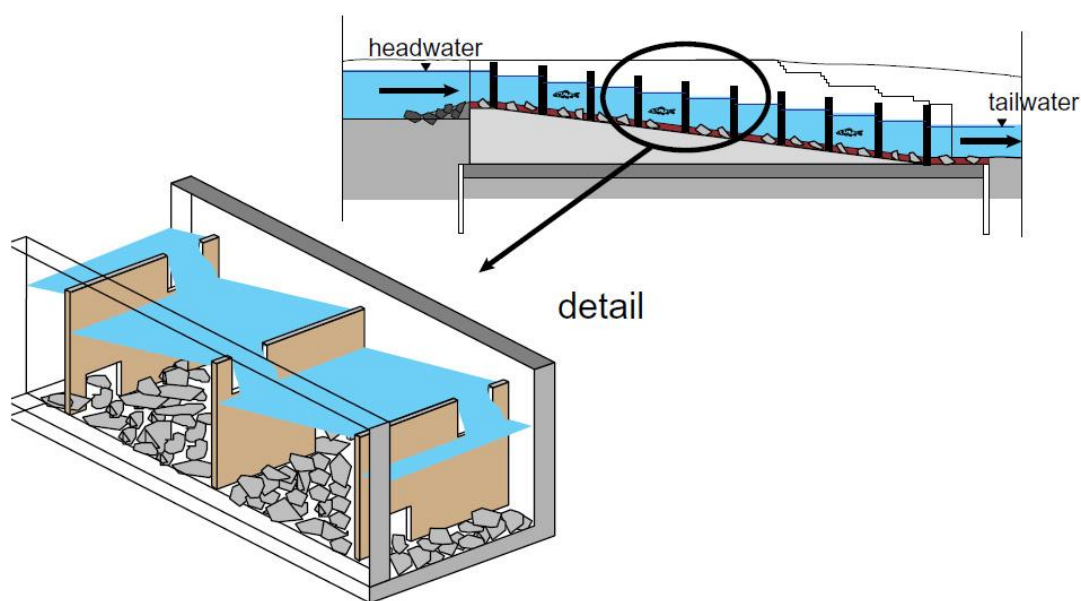


Figura 7 - Passagem por bacias sucessivas convencionais (JENS, 1982 adaptado por FAO/DVWK, 2002)

Os caudais para o funcionamento desse dispositivo não precisam ser muito elevados, comportando muitos níveis de caudais quando bem dimensionado. O jato de água que passa pelas bacias pode ser de dois tipos: jato de água mergulhante ou jato de superfície (figura 8). A diferença entre eles baseia-se no nível de água na bacia a jusante com relação a sua soleira. No jato mergulhante o nível de água fica abaixo da soleira, então a água cai sobre essa bacia de forma turbulenta, neste caso os peixes tem que saltar de uma bacia a outra. Já no jato de superfície o nível de água da bacia a jusante se encontra acima da soleira, com isso, os peixes podem

vencer o desnível entre as bacias nadando através da lâmina de água (SANTO, 2005).

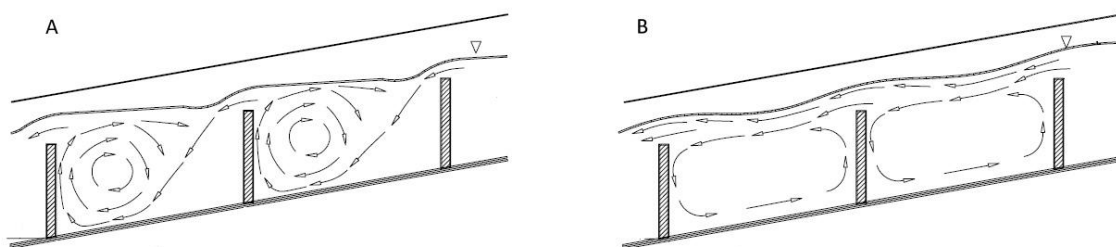


Figura 8 - Bacias sucessivas (A) jato de água mergulhante e (B) jato de superfície (adaptado de KATAPODIS, 1992)

Algumas escadas possuem orifícios na soleira, entre as passagens, para favorecer peixes migram pelo fundo dos rios. Sua construção e manutenção são relativamente simples, necessitando de pouca ou nenhuma manutenção.

2.3.1.2. Fendas verticais, “*vertical slot*”;

As passagens do tipo Fendas verticais (*vertical slot*), foram desenvolvidas para permitir a transposição do Salmão a um estreitamento do cânion do rio Fraser (conhecido com “*Hell’s Gate*”, figura 9) situado na província de *British Columbia*, costa oeste do Canadá. Consistem em canais retangulares em declive, onde piscinas são formadas por partições centrais, entre os compartimentos, permitindo a passagem do fluxo por aberturas laterais, que podem ser de uma ou duas fendas (RAJARATNAM, VAN Der VINNIE & KATAPODIS, 1986) e variar entre 30 e 40 cm de largura (CALTRANS, 2007).

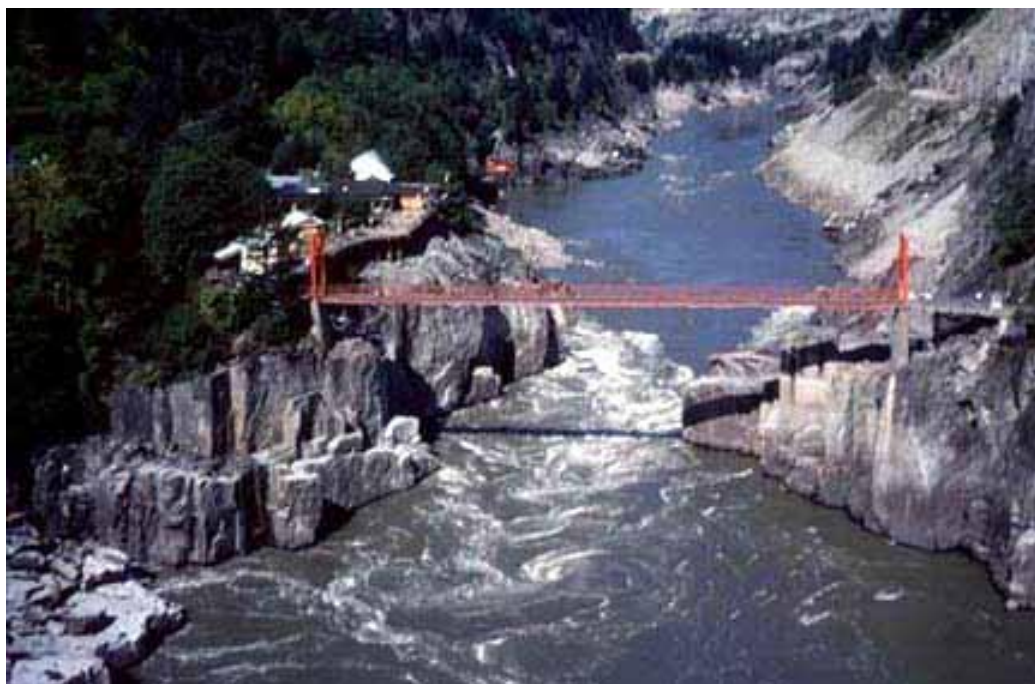


Figura 9 - Cânion do rio Fraser, Canadá, conhecido como *Hell's Gate* (Fonte: www.saxvik.ca)

A energia do jato de água formado em cada fenda é dissipada quando se mistura na água da piscina abaixo (RAJARATNAM *et al*, 1991). À medida que o caudal cresce a profundidade das piscinas também aumenta, mas a diferença do nível de água se mantém constante. Por causa disso, esse tipo de escada é considerada autorreguladora.

Normalmente, uma extensão da divisão é incorporada ao sistema para manutenção da estabilidade do fluxo de água que passa através das fendas. A manutenção dessa estabilidade é desejada, pois caso o fluxo se torne instável, o peixe pode se desorientar (ARMSTRONG *et al*, 2010). As dimensões e configuração da fenda vertical são fundamentais para a estabilidade do fluxo (figura 10). Desenvolvida para espécies de peixes que nadam em diferentes profundidades.

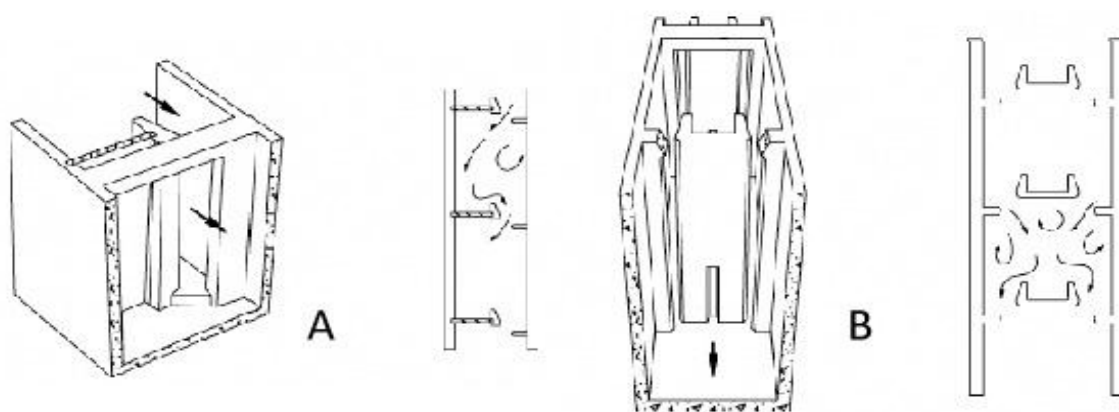


Figura 10 - Vertical slot (A) uma fenda, (B) duas fendas (adaptado de LARINIER, 2002)

Vantagens: baixa seletividade, capacidade de suportar grandes alterações no nível de água a montante desde que o nível a jusante varie de maneira semelhante, fornece diferentes profundidades de água na fenda e assim permite que o peixe desloque-se na profundidade que escolher, pode ser utilizado por alguns invertebrados para transpor o obstáculo.

Desvantagens: geralmente possui uma baixa inclinação o que faz com sejam demasiada longa e elevando os custos para implantação em barreiras altas, é propenso a bloqueio das fendas por detritos e é uma estrutura fixa.

2.3.1.3. Passagens por deflectores (Denil);

É muito utilizada na Europa e no Leste Norte-Americano. Concebida por volta de 1920, na Bélgica, pelo cientista especializado em peixes G. Denil. Ele propôs uma passagem com deflectores laterais e de fundo, em forma de “U”, instalados em curtos intervalos (figura 11). Estes deflectores proporcionam uma velocidade máxima no centro do STP e asseguram uma forte dissipação de energia e uma redução importante na velocidade média do escoamento (KATAPODIS, 1992).

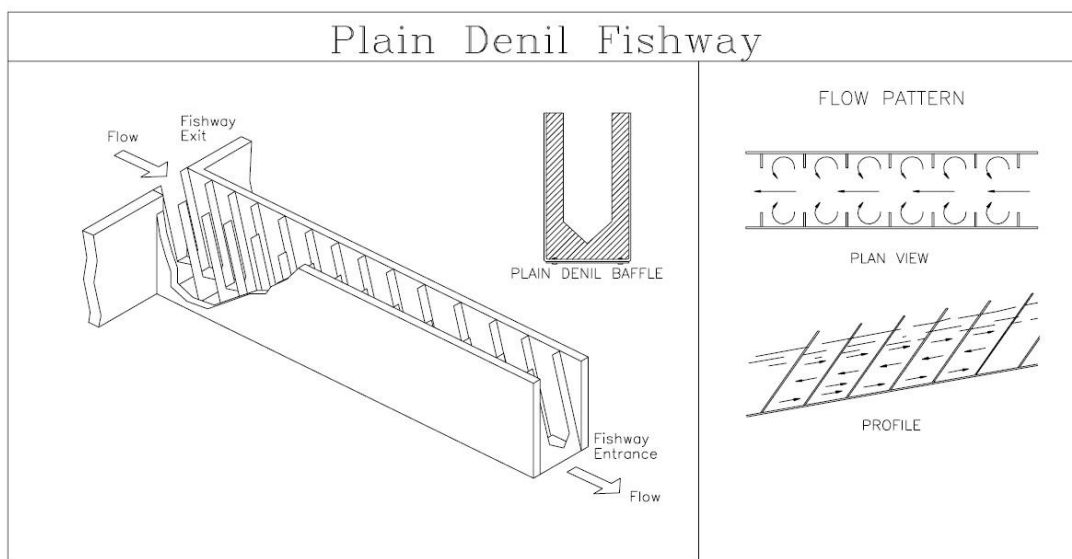


Figura 11 - Representação de uma passagem do tipo 'Denil' (KATAPODIS, 1992)

Normalmente instalada com inclinações entre 17 e 20%, mas já vem sendo utilizada com sucesso com inclinação de 25% (CALTRANS, 2007). Caso grandes salmonídeos estejam incluídos entre as espécies que potencialmente utilizaram a escada, devem-se adotar larguras entre 0,8 e 1,2 m, Canais com largura entre 0,6 e 0,9 m, são suficientes para peixes como a truta-marrom (*Salmo trutta*) e pequenos ciprinídeos como os barbos (FAO/DVWK, 2002).

O peixe tem de passar pelo dispositivo de uma só vez, pois não há área de descanso nas passagens Denil, mas algumas podem ser divididas em duas ou mais partes adicionando uma piscina de descanso entre elas, o que aumenta sensivelmente sua eficiência. Recomenda-se uma piscina de descanso em intervalos de 10 a 12 metros para salmões adultos e a cada 6 a 8 metros para pequenos peixes (LARINIER, 2000).

Geralmente utilizadas por peixes com cerca de 30 cm de comprimento. São selecionadoras, somente as espécies com grande capacidade natatória conseguem transpô-la, como o Salmão, Lampreias marinhas, e grandes potamódromos como os barbos (LARINIER, 2000). Entretanto existem registros na Irlanda, de Lampreias que conseguiram transpor barragens utilizando-se dos deflectores deste dispositivo (ARMSTRONG *et al*, 2010). Requer uma boa manutenção para que o movimento hidráulico não seja afetado e suas características se mantenham.

Vantagens: é relativamente simples de projetar e construir, bem concebida provou ser eficaz. Com um caudal modesto ainda pode fornecer uma atração razoável.

Desvantagens: consegue atender com eficiência poucas espécies, e pode ser dispendioso manter uma condição operacional satisfatória por causa da facilidade com que podem se bloquear com detritos.

2.3.1.4. Passagem para Enguias, “eel pass”;

As Enguias são encontradas em abundância por todo o mundo devido a grande variedade de espécies existentes, no entanto, as ações para sua preservação tardaram a aparecer. A primeira passagem para Enguias foi instalada na França no ano de 1994.

As passagens para Enguias devem levar em conta sua biologia diferenciada, sobretudo sua baixa capacidade natatória. Essas passagens são muito diferentes das passagens clássicas, que podem ser adaptadas às diferentes fases do ciclo de vida das espécies (PORCHER, 2002). As passagens de bacias sucessivas com orifícios na soleira são acessíveis a esta espécie. Para aumentar sua eficiência deve-se colocar algum substrato que aumente a rugosidade do canal (figura 12).



Figura 12 - Passagem para Enguias (Fonte: nypa.gov)

As passagens para Enguias são compostas por duas secções:

- A rampa de subida, com uma parte submersa em água a jusante. Esta rampa é coberta com um substrato rugoso para facilitar a progressão das Enguias. O substrato é mantido constantemente úmido seja pela utilização da água represada a montante que desce por gravidade ou então por aspersão. Além da água utilizada para humedecimento da rampa outro fluxo mais significativo é injetado perto da entrada da rampa com o propósito de atrair os peixes migradores para a entrada.

- A segunda secção, a montante, é concebida para permitir que os peixes migradores tenham acesso fácil ao nível de água a montante. É desejável que a zona de transição não seja obstruída, pois a descontinuidade da alimentação de água ou fluxos com velocidades elevadas poderiam levar os migradores de volta a jusante.

O substrato utilizado para aumentar a rugosidade da rampa pode ser natural (pedras, galhos, arbustos ou palha) ou artificial (rede ou cerdas plásticas). Sendo que os substratos naturais exigem manutenção mais frequente, deve ser substituído periodicamente.

A principal dificuldade neste sistema é em relação às flutuações do nível de água a montante. Qualquer diminuição no nível de água é possível que a passagem seque. E por outro lado, um aumento pode resultar rapidamente em um fluxo de água excessivo na rampa de subida e assim um aumento de velocidade que impediria a progressão dos peixes.

Para solucionar esse problema podem ser adotadas três medidas (PORCHER, 2002):

- A rampa de entrada possui uma inclinação lateral, o que lhe permite absorver variações moderadas do nível de água a montante, com isso cria-se uma área superficial com velocidade moderada de um lado permitindo aos peixes passar (detalhe figura 13);

- Colocar todo o sistema de transposição abaixo do nível mínimo do reservatório a montante e fazer com que a passagem para o reservatório seja

possível através de ramos e galhos presos sob uma comporta, isso diminui a velocidade localmente;

- Posicionar o fim da rampa acima do nível máximo do reservatório a montante. A rampa deve ser humedecida por um aspersor. Os peixes migradores, depois de escalarem a rampa, cairão sobre um tanque de transição até o reservatório da barragem. Neste tanque podem ser capturados para transporte e contagem.

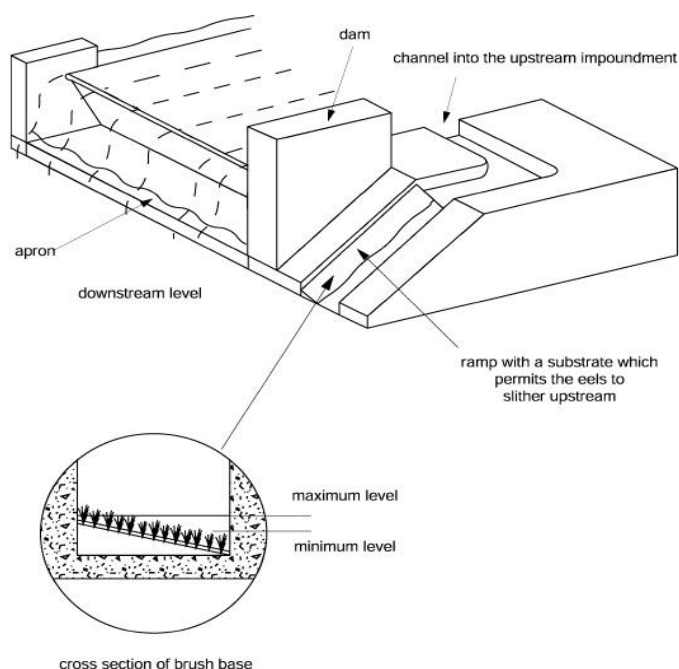


Figura 13 - Esquema de passagem para Enguias (PORCHER, 2002)

Neste caso as vantagens e desvantagens se equivalem, devido a sua seletividade, ser adequada somente a migrações de Enguias a montante, por si só não é suficiente para mitigação caso outras espécies de peixes também precisem transpor o obstáculo (FAO/DVWK, 2002).

2.3.1.5. Elevadores para peixes, “fish lift”

O ascensor opera como um elevador convencional. Seu funcionamento consiste em atrair os peixes para um compartimento situado a jusante da barragem que depois é elevado a montante por um sistema mecânico, e isso faz com que os peixes transponham os obstáculos sem qualquer esforço. Quando a cuba atinge a parte superior da barragem os peixes são libertados no reservatório (REIS & SANTOS, 1999).

A eficácia deste dispositivo depende da atratividade na entrada para a cuba a jusante da barragem.

Segundo (ARMSTRONG *et al*, 2010), é um dispositivo que funciona em ciclos, que pode ser dividido em três fases:

- **fase de atração**, onde a água deve fluir através da cuba de captura que os levará a montante da barragem. Isto pode envolver o uso de telas de orientação e dispositivos de reentradas para maximizar a retenção dos peixes que entram na estrutura;

- **fase de elevação** na qual o tanque de elevação ascende por trilhos à parte superior da barragem, e;

- **fase de saída dos peixes**, o tanque é inclinado e então os peixes são descarregados diretamente na albufeira ou em um canal que os levará a uma distância segura rio acima, onde encontrarão o melhor caminho para continuar sua migração.

Vantagens: comparado com outros dispositivos, tomam pouco espaço, tem um baixo custo de instalação, é pouco sensível a variação de caudal, e pode ser facilmente ajustável a barragens de qualquer altura. Também é adequado a uma variedade muito grande de espécies, incluindo aquelas que tem dificuldade de utilizar passagens de peixes mais convencionais.

Desvantagens: por dependerem de dispositivos mecânicos, os custos de manutenção e operação são relativamente elevados. A continuidade da operação e manutenção é essencial para que não haja restrição na disponibilidade, que já é limitada pelo seu funcionamento em ciclo.

2.3.1.6. Eclusas tipo Borland, “*fish lock*”;

A maioria das eclusas em operação é da variedade Borland (figura 14), que foi desenvolvida na década de 1940 entre Escócia e Irlanda. As eclusas para peixes, assim como os ascensores, não requerem qualquer tipo de esforço das espécies migradoras (ARMSTRONG *et al*, 2010).

Operam utilizando o mesmo princípio das eclusas para navegação, onde os peixes são forçados a subir através da elevação do nível de água de uma câmara para a qual foi atraído; em seguida abre-se a comporta que interliga a câmara com a albufeira e os peixes são assim libertados. A operação das eclusas deve ter em conta que o tempo do ciclo de funcionamento está intimamente relacionado com o número e as espécies de peixes que se pretende ascender.

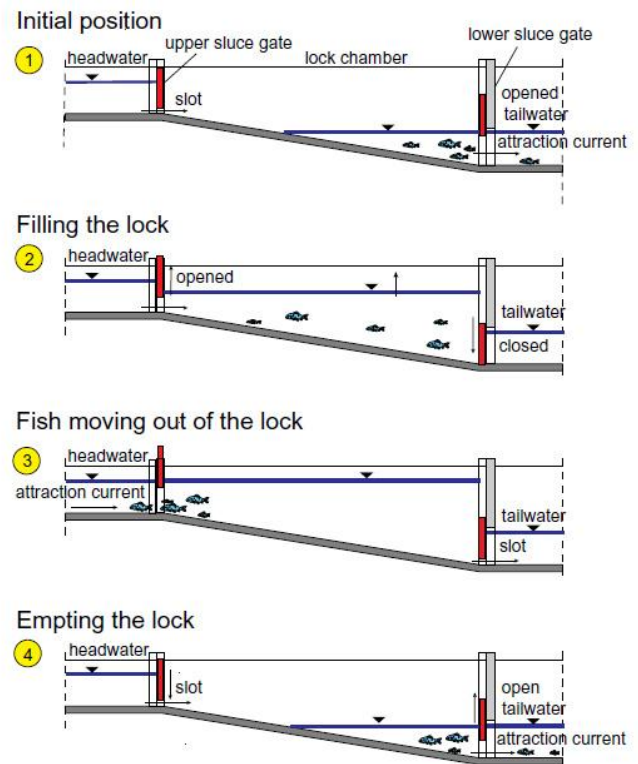


Figura 14 - Funcionamento de uma eclusa (FAO/DVWK, 2002)

Normalmente este ciclo leva cerca de duas horas. Estudos evidenciam que as condições hidráulicas durante a fase de saída dos peixes são cruciais para garantir a eficácia do dispositivo, e que os peixes devem ser encorajados a deixar a câmara com o cuidado de se manipular o fluxo e os níveis de água. A dificuldade de encorajar os peixes a deixarem a câmara é uma das razões da preferência pelo elevador ao invés das eclusas na França (ARMSTRONG *et al*, 2010).

As fases de operação de uma eclusa são descritas por (ARMSTRONG *et al*, 2010) como:

- **fase de atração** em que as comportas de controle superior e inferior são abertas e a água flui através da estrutura de bloqueio para atrair o peixe até a câmara de captura;

- **fase de enchimento** em que a comporta de entrada é fechada e o nível da água no interior da câmara sobe para equilibrar com o nível da água a montante, e os peixes são obrigados a nadar a superfície;

- **fase de saída dos peixes** é iniciada quando a comporta inferior é parcialmente aberta e a comporta superior manipula o fluxo de entrada da água para proporcionar um fluxo de atração e os peixes deixem a câmara;

- **fase de esvaziamento** dá-se quando a comporta superior é fechada, permitindo que a câmara esvazie lentamente proporcionando um novo fluxo de atratividade.

Vantagens: em geral as eclusas oferecem uma solução parcial para a passagem de peixes. Funcionam bem em barragens de qualquer altura, mas são escolhidas somente onde a instalação de passagens convencionais não funcionaria.

Desvantagens: eficiência modesta, custo relativamente elevado para instalação e operação, sensível a alteração do nível de água a montante da barragem, dificuldade em estabelecer protocolos de operação ótimos e a natureza descontínua de sua operação.

2.3.1.7. Passagens naturalizadas.

As passagens naturalizadas, ou os chamados '*bypass channel*' (figura 15), destoam conceitualmente das passagens para peixes convencionais, pois proporcionam um habitat para as espécies de peixes e invertebrados que utilizam estes canais.



Figura 15 - Canal bypass naturalizado no rio Siikajoki, Finlândia (Gerd Marmula)

O termo '*bypass*' é utilizado para passagens de peixes que contornam o obstáculo, se assemelham aos tributários naturais do rio (FAO/DVWK, 2002) buscando reestabelecer o contato entre os trechos a montante e a jusante da barragem, e caracterizados pelo baixo gradiente de declividade, normalmente entre 2 e 5%, sendo a energia dissipada através de corredeiras e cascatas dispostas regularmente ao longo do curso de água (GEBLER, 1998).

São adequados a todos os tipos de barreiras, desde que haja espaço suficiente para sua construção, constituem numa boa solução para corrigir a intransponibilidade de barreiras já existentes (SANTO, 2005), geralmente não necessitam alterações na barragem. Por serem altamente susceptíveis a variações de caudais, eventualmente são construídas comportas para a manutenção do mesmo no interior do dispositivo.

Vantagens: integram-se na paisagem, podem ser transpostos por pequenos peixes e invertebrados bentônicos, criam novos habitats como biótopos secundários para espécies reofílicas, são pouco propensos a obstruções, o que reduz os esforços de manutenção, por serem canais marginais ao obstáculo, são adequados para barragens já construídas que não possuem passagem para peixes, pois normalmente não são necessárias alterações na barragem, tornam possíveis que as

espécies migratórias evitem quase toda a área do reservatório, desde o pé da barragem até o limite do reservatório (figura 16) (FAO/DVWK, 2002).

Desvantagens: a demanda uma grande superfície, canais razoavelmente compridos, sensível a variações de caudal, podem ser necessários cortes profundos nos terrenos circundantes.

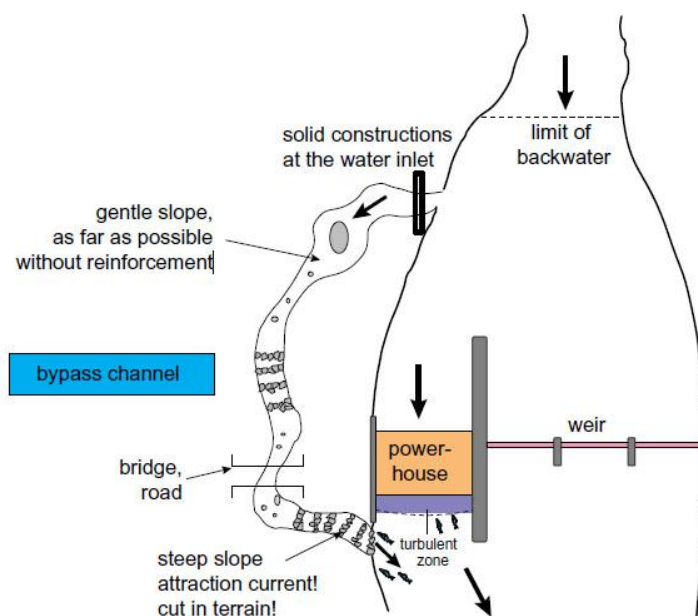


Figura 16 - Exemplo comum de passagem 'Bypass channel' (FAO/DVWK, 2002)

2.3.2. Escolha do tipo de dispositivo

Determinar corretamente qual dispositivo utilizar aumenta consideravelmente a eficácia pretendida, é crucial que a passagem possua a atratividade ideal. As escadas para peixes, de bacias transbordantes, mistas, passagens Denil, ascensores e eclusas, já se mostraram em certos casos eficazes enquanto em outros não.

Não existe um tipo padrão de passagem que seja adequado a todos os casos. De um modo geral, os projetos de dispositivo de passagem para peixes são concebidos de acordo com os critérios biológicos e físicos de cada sítio, sendo que os primeiros condicionam o segundo (MARTINS, 2000). A escolha do tipo de dispositivo a utilizar não segue parâmetros rígidos, sendo por vezes necessário combinar mais de um tipo de dispositivo (SANTO, 2005).

Os tipos de passagem para peixes mais utilizados são, para (ALEXANDRINO, 1990), as escadas de fendas verticais, pois se adaptam em obstáculos onde é difícil a regulação dos caudais a montante, enquanto as escadas por bacias sucessivas são utilizadas mais quando há possibilidade de regulação desse caudal.

Os deflectores têm aplicação limitada geralmente aos salmonídeos, devido a sua alta capacidade natatória, devem ser feitos cálculos rigorosos para haver um controle correto do caudal e velocidade de corrente.

A passagem por bacias sucessivas é restritiva aos peixes saltadores como os salmonídeos, já espécies como a Enguia, a Lampreia e o Sável, são não saltadoras, exigem um dispositivo diferenciado e específico.

Segundo (LARINIER, 2002), uma passagem para peixes deve atender a dois critérios igualmente importantes:

- Deve ser adequado para as espécies para as quais foi concebido e;
- Deve ser adequado para o local em que está sendo instalado.

A complexidade da interação dos fatores de ordem biológica, hidrológica, hidráulica, topográfica, faz com que cada caso seja tratado de maneira única.

Abaixo estão listados os principais fatores envolvidos na determinação de uma passagem para peixes de acordo com (PORCHER & LARINIER, 2002):

- **As espécies em causa.** Algumas passagens são muito específicas e impossibilitam sua utilização por outras espécies migradoras, como no caso das passagens para Enguia;

- **O caudal no dispositivo.** Um caudal pequeno (alguns litros/segundo) ou muito grande (muitos m³/segundo) pode ser incompatível com algumas passagens. Por exemplo, no caso de uma passagem do tipo Denil, um caudal muito grande formaria uma forte correnteza que impediria qualquer peixe de transpô-lo;

- **A variação do nível de água a montante e a jusante.** Os tipos de passagem têm sensibilidades diferentes a variação dos níveis de água no reservatório e a jusante da barragem;

- **Restrições topográficas.** A escolha do dispositivo pode ser determinada pela topografia do local a ser instalado. As passagens por deflectores devem ser instaladas em linhas retas, ou devem possuir tanques de descanso quando mudar de direção, por isso não são tão flexíveis quanto as passagens por bacias sucessivas;

- **Desnível a vencer.** Este é um fator importante a ser considerado na escolha do dispositivo, pois influencia diretamente no custo da instalação. A instalação de um dispositivo por deflectores pode ser relativamente barata em uma barragem baixa, mas pode ser menos adequada (por causa da necessidade de instalar tanques de descanso) a barragens moderadamente altas, e então a instalação de um elevador pode se tornar a escolha mais em conta para grandes barragens.

- **O custo de operação e manutenção** do dispositivo pode representar uma despesa significativa em longo prazo. Se houver escolha, deve-se sempre optar por instalações fixas (bacias sucessivas ou por deflectores) em vez de instalações com peças móveis (eclusas e elevadores), por minimizarem a necessidade de manutenção.

- **Transporte de sedimentos** no rio. Onde há uma grande movimentação de materiais (como areia e pequenas pedras), tanto as passagens por deflectores quanto as bacias sucessivas devem ser evitadas por causa do risco de sedimentação no dispositivo;

- **As condições climáticas**, em particular a formação de gelo, podem afetar o funcionamento de dispositivos móveis e/ou que possuam telas finas. Esse fator deve ser levado em conta para instalação de elevadores em regiões montanhosas.

2.3.3. Atratividade

A eficácia de uma passagem para peixes é primeiramente determinada pela atratividade oferecida na entrada do dispositivo, uma vez que se os peixes não forem orientados a entrarem na passagem não existirá qualquer hipótese desta cumprir o seu objetivo. Por isso a capacidade de uma passagem atrair os peixes é fundamental para garantir sua eficácia.

2.3.3.1. Localização da entrada

Enquanto em rios não represados toda a largura do canal seja utilizada para a migração dos organismos aquáticos, as passagens para peixes em barragens ou açudes confinam estes organismos a uma pequena parte da seção transversal do canal (FAO/DVWK, 2002).

A localização da entrada de uma passagem deve ser escolhida de modo em que o seu caudal seja detectado à maior distância possível desde que não sejam comprometidas as características hidráulicas na zona da entrada, e não seja mascarado por outros caudais como, por exemplo, a descarga do açude.

É recomendado que a passagem seja posicionada o mais próximo possível da barragem e das turbinas pois, uma vez que não conseguindo progredir, a população piscícola seja impelida a buscar uma passagem, além de minimizar a formação de zonas mortas, pois o peixe pode facilmente perder a entrada da passagem e ficar preso em na zona morta.

Também é preferível que se localize próxima a uma das margens onde normalmente os peixes preferem se deslocar (SANTO, 2005) e a velocidade de corrente é elevada. Isso tem a vantagem adicional que por ser mais perto da margem, a passagem pode ser facilmente ligada ao substrato de fundo ou banco de areia.

2.3.3.2. Caudal de atração

O principal motivador da orientação e movimentação dos peixes migratórios é o caudal do rio, que se modifica com a construção das barragens.

A atratividade tem seu efeito maximizado quando todo o caudal liberado a jusante do obstáculo provém do dispositivo de passagem para peixes, pois assim não haverá competidores no chamariz dos peixes. Contrário a isso, são as situações onde o açude esteja a descarregar, criando outros pontos de atratividade, constituem perturbações no encaminhamento dos peixes para o local que lhes possibilitará a transposição do obstáculo.

Uma vez junto à entrada os peixes devem encontrar condições hidráulicas favoráveis para transpô-lo de acordo com o dispositivo escolhido.

2.3.4. Eficácia de um STP

Dizer se uma passagem para peixes é efetiva pode ser um pouco complicado. Os objetivos biológicos de uma passagem para peixes variam de acordo com o sítio, mesmo assim, considerando o mesmo lugar, depende das espécies a ser consideradas. O conceito de eficácia é, portanto, muito variável e só pode ser definido em face de um objetivo.

Há que ter em conta que a eficácia de uma passagem para peixes depende de três ordens de razões:

1. Da sua adaptação ao obstáculo em causa e ao regime de exploração do reservatório de água que lhe está associado.
2. Da sua adaptação ao curso de água, seu regime hidrológico e suas características ecológicas.
3. Da sua adaptação à comunidade piscícola, em particular à população de migradores ou potencialmente utilizadores do dispositivo.

A eficácia é um conceito qualitativo, que consiste em verificar se a passagem permite às espécies alvo migrarem para montante. É habitualmente avaliada pela aplicação de diversas metodologias de contagem (e.g., automática, bloqueio, captura e visual).

Já a eficiência de uma passagem para peixes é uma descrição quantitativa do seu desempenho. Pode ser definida como a proporção da população piscícola a jusante da barreira física que efetivamente usa a passagem em um determinado período de tempo. Os métodos que dão uma visão sobre a eficiência de uma passagem são mais complicados do que aqueles para a eficácia. Marcação e telemetria são as técnicas mais utilizadas para avaliar a eficiência global de uma passagem para peixes e do efeito cumulativo das várias barragens ao longo de uma rota de migração (LARINIER, 2001).

A eficácia é avaliada pela aplicação de diferentes métodos de contagem, enquanto que no estudo da eficiência são utilizados métodos comportamentais, preferencialmente técnicas de captura-recaptura e de telemetria (LARINIER, 2001).

2.3.5. Importância de monitorizar e controlar o funcionamento e conhecer a eficiência dos STP's.

Monitorar o desempenho e os controles funcionais associados à operação de um STP, é importante por diversos motivos, como relaciona TRAVADE & LARINIER, 2000.

Associada a operação da passagem para peixes devem ser implementadas medidas de monitorização e controlo, importantes por muitos motivos, como enumera TRAVADE & LARINIER, 2002.

- Para que seja verificada a eficiência do STP, logo após sua entrada em funcionamento e para ajustar sua operação caso necessário;

- Para reunir informações técnicas e biológicas que serão indispensáveis para concepção e desenvolvimento em futuros projetos de escadas para peixes (*Feedback* operacional) e;

- Para quantificar as populações de peixes migratórios e descrever o padrão de migração, que é necessário tanto para a concepção de qualquer outra escada de peixe que venha a ser construída a montante do mesmo curso de água, e para gestão racional das populações piscícolas migradoras.

Além dos motivos citados, também é válido salientar a importância da avaliação da eficiência de dispositivos já construídos, que não tenham sido objeto de estudo.

As técnicas empregadas incluem monitorização da operação hidráulica e mecânica das passagens, coleta qualitativa de informações biológicas que indica como os peixes transpõem o obstáculo, contagem de peixes que passam pelo dispositivo, comparação do número de peixes que usa a passagem em relação à população de migradores, que representa a eficácia real do dispositivo (TRAVADE & LARINIER, 2002).

2.4. Legislação a respeito dos STPs em Portugal e no Brasil

2.4.1. Legislação, Portugal

Em Portugal a regulação da implantação de estruturas hidráulicas carece de parecer favorável pela autoridade de seguranças de barragens segundo Decreto-Lei nº 226-A/2007 de 31 de Maio (artigo 15º, alínea c)), onde se verifica a necessidade de um parecer favorável da DGRF (Direcção-Geral dos Recursos Florestais) na instalação de um sistema para transposição de peixes.

Durante a fase prévia, a instalação de um dispositivo para passagem de peixes é condicionada a um Estudo de Viabilidade Técnico Económico (EVT), solicitado pelo proponente da obra de intervenção em um curso de água junto a Autoridade Florestal Nacional (AFN) após o envio de algumas informações (Quadro A – Anexo) que poderão contribuir para a investigação sobre a importância de preservar ou recuperar a conectividade longitudinal do curso de água em causa. A partir desse estudo é dado um parecer prévio onde estará indicada a necessidade ou não da instalação de um ou mais dispositivos de passagem para peixes (Informativo DGRF).

O parecer prévio é opcional, o processo terá início apenas com a consulta da AFN sobre a necessidade da instalação de um dispositivo para passagem de peixes em um determinado obstáculo. Nesta fase deve ser apresentada documentação e informações de acordo com o Quadro B (Anexo).

Após a decisão pela instalação do dispositivo, deve-se apresentar a autoridade o Quadro C, onde conste as informações técnicas da passagem a ser instalada.

De acordo com nº 1 alínea d), da Base XII da Lei nº 2071, de 6 de Junho de 1959, a qual regula as Bases do fomento piscícola nas águas interiores do País, a realização de obras necessárias a defesa das espécies e que facilitem os movimentos migratórios dos peixes, consiste em uma medida a proteção e o desenvolvimento das espécies ictiológicas nas águas interiores do País.

2.4.2. Legislação, Brasil

A Lei 2.544 de 4 de janeiro de 1912 é primeira lei promulgada no Brasil sobre pesca. Esta lei institui a indústria da pesca e promove os mecanismos para o seu

desenvolvimento, mas não dispõe a respeito dos dispositivos de transposição de peixes, que aparece pela primeira vez na Lei Estadual nº 2.250, de 28 de dezembro de 1927 (Estabelece medidas relativas à caça e a pesca no território do estado).

Artigo 16:

“Artigo 16. - Todos quantos, para qualquer fim, represarem as aguas dos rios, ribeirões e córregos sio obrigados a construir escadas que permittam a livre subida dos peixes.

§1.º - Estas as escadas deverão ser construidas mediante projectos approvados pela Secretaria da Agricultura, que fiscalizará a sua construcção pela Directoria de Industria Animal.

§ 2º - A inobservancia do disposto neste artigo será punida com a multa de 1:000\$000, que será elevada ao dobro si a demora na construcção das escadas exceder de tres mezes contados da intimação por parte da Secretaria da Agricultura. A multa será applicada de tres em tres mezes, até que as escadas sejam construidas. “

Essa lei determina a construção de escadas para peixes em todos os represamentos, sem o devido conhecimento técnico sobre declividade, caudal, ictiofauna, desnível da barragem e regime hidrológico. Isso foi determinante para que muitos dispositivos fossem concebidos de maneira equivocada causando muitos insucessos e levantando dúvidas sobre a eficácia deste tipo de dispositivo. Por causa dessa generalização foram construídas equivocadamente escadas de peixe logo acima quedas de até 70 metros de altura, como no córrego dos Negros (São Carlos/SP – Brasil), ou em riachos onde a ictiofauna era composta apenas por espécies sedentárias.

Desde então se deu inicio a uma discussão técnica para se atingir o consenso científico. Então o especialista J. H. Brunson foi contratado e concluiu pela ineficiência das escadas de peixes com altura superior aos 9 m. Esta conclusão foi baseada em informações sobre as espécies migradoras dos Estados Unidos, pois não havia qualquer informação disponível sobre a realidade Brasileira (ALZUGUIR, 1994). E assim os empreendimentos hidroelétricos superiores a 10 m foram liberados do compromisso de preservação da fauna migratória dos peixes (MARTINS, 2000).

Em 1934 foi promulgado o Decreto nº 24.643, de 10 de Julho, que em seu artigo 143, alínea f), determina que em todos os aproveitamentos de energia

hidráulica sejam satisfeitas exigências acauteladoras gerais, entre elas a conservação e livre circulação do peixe.

Entretanto o Decreto Lei nº 794, de 19 de Outubro de 1938, dispõe que para a conservação da fauna fluvial sejam feitas obras que facilitem a passagem dos peixes, mas permitia que fossem construídas estações de piscicultura. Nos anos seguintes várias estações de piscicultura foram construídas no país.

Em 1967 o Decreto Lei nº 221, de 28 de Fevereiro, delegou a Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca (Sudepe) a tarefa de determinar o melhor mecanismo para a proteção à fauna aquática. Com a finalidade de desenvolver a piscicultura e a pesca, tornou obrigatória a construção de uma estação de piscicultura em cada sub-bacia que tivesse algum represamento, através da Resolução nº 46 de 27 de Janeiro de 1971.

A Resolução CONAMA nº001 de 1986, instituiu um dos mais importantes instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida em 1981 por meio da Lei 6.938, o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) que tornou-se procedimento obrigatório para obtenção de licença para empreendimentos com impactos ambientais potenciais. Contudo, em seu artigo 2º alínea VII determina:

“VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;”

A obrigatoriedade do EIA-RIMA apenas para barragens com finalidade hidrelétrica superior a 10 MW, diminui a importância dos STP's, colocando-os em segundo plano quanto aos instrumentos de mitigação a impactos ambientais.

Em 1998, o projeto de Lei nº 4.630, da Deputada Estadual Maria Elvira, PMDB/MG, que tornaria obrigatória a implantação de escadas para peixes em barragens construídas em cursos d'água de domínio da união foi, apresentado a Câmara dos Deputados e depois de tramitar por seis anos foi arquivado em 2004.

3. ESTUDO DE CASO

Este capítulo é dedicado à análise de estudos realizados sobre a eficiência em passagens para peixes no Brasil. A opção de trabalhar com passagens para peixes brasileiras foi feita, pois não foram encontrados trabalhos sobre o tema disponíveis em Portugal. Foram escolhidos, *Análise Da Eficiência Da Escada Para Peixes No Ribeirão Garcia No Município De Blumenau – SC*, de autoria de Ademir Moretto e *Avaliação Da Eficiência Do Sistema Para Transposição De Peixes Da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães – TO*, de autoria de Deusimar de Almeida.

3.1. Análise Da Eficiência Da Escada Para Peixes No Ribeirão Garcia No Município De Blumenau – SC

A passagem para peixes alvo deste estudo (figura 17) é parte do projeto de uma barragem, utilizada para captação de água, no Ribeirão Garcia, afluente do Rio Itajaí Açu, localizada no Município de Blumenau, no estado de Santa Catarina, no Brasil (figura 18) construída em 1997. A escada possui 1,70 m de altura, 8,50 m de comprimento, 2,10 m de largura e 5 degraus-tanque com 0,30 m de altura, com exceção dos dois últimos que medem 0,35 m e 0,15 m, respectivamente.



Figura 17 - Barragem e escada de peixes (MORETTO, 2005)

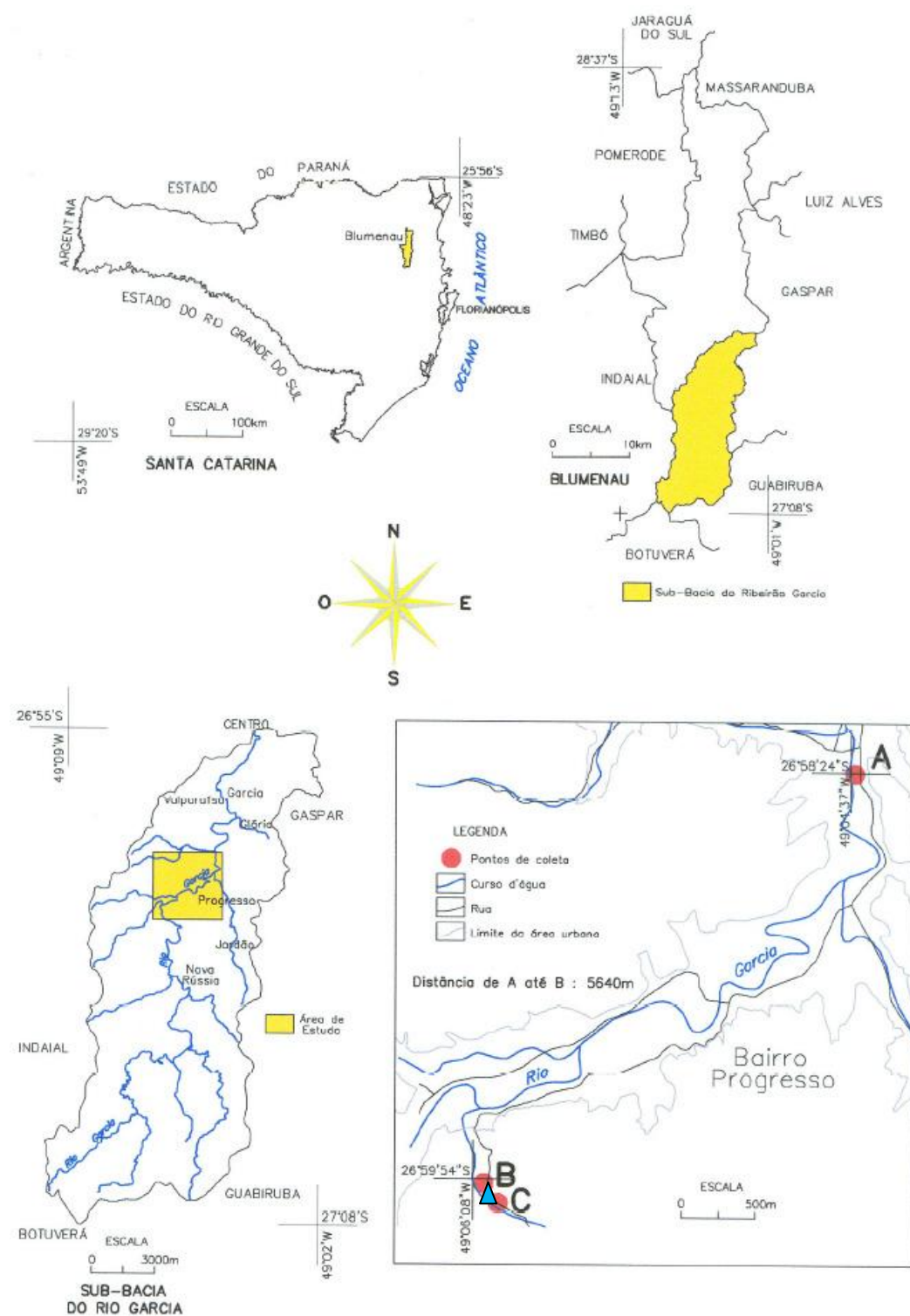


Figura 18 - Sítios de captura e marcação das amostras (MORETTO, 2005)

Foram escolhidos três pontos para amostragem, A, B e C. O primeiro ponto era o mais a jusante da barragem e os outros dois se situavam a 150 m a jusante e a 200 m a montante da barragem respectivamente.

O estudo realizou-se entre julho de 2003 e novembro de 2004, e foram marcados 1032 peixes de nove espécies. No ponto A, foram marcados 56 peixes, e 4 recapturados. Dois no mesmo ponto, e dois no ponto B, a 5640 m de distância.

Tabela 5 - Indivíduos marcados no Ponto A (MORETTO, 2005)

Espécie	Indivíduos Marcados	Indivíduos Recapturados		
Ponto	A	A	B	C
<i>Geophagus brasiliensis</i>	19	02	02	

No ponto B, logo a jusante da barragem, foram marcados 598 espécimes, 51 foram recapturados, todos no mesmo ponto.

Tabela 6 - Indivíduos marcados no Ponto B (MORETTO, 2005)

Espécie	Indivíduos Marcados	Indivíduos Recapturados		
Ponto	B	A	B	C
<i>Geophagus brasiliensis</i>	206		64	
<i>Astyanax</i>	324		06	
<i>Oligosarcus aff. Jenynsi</i>	014			
<i>Cyphocharax santacatarinae</i>	027			
<i>Rhamdia quelen</i>	002			
<i>Pimelodus</i>	010			
<i>Hypostomus sp</i>	015			

E no ponto C, foram marcados 378 espécimes e 4 foram recapturados no mesmo ponto e dois no ponto B.

Tabela 7 - Indivíduos marcados no Ponto C (MORETTO, 2005)

Espécie	Indivíduos Marcados	Indivíduos Recapturados		
Ponto	C	A	B	C
<i>Geophagus brasiliensis</i>	88			01
<i>Astyanax</i>	213			02
<i>Oligosarcus aff. Jenynsi</i>	060			
<i>Hoplias malabaricus</i>	002			
<i>Hypostomus sp</i>	015			

A partir dos dados apresentados conclui-se que a eficiência dessa passagem é nula, pois nenhum dos peixes que foi marcado conseguiu superar o obstáculo no sentido ascendente, e apenas dois passaram pela barragem no sentido descendente.

O mau funcionamento da passagem deve-se, sobretudo, aos equívocos na concepção da barragem. É citado no texto que durante um período de estiagem, nos meses de agosto e setembro de 2003, o volume da represa diminuiu significativamente o que expôs a superfície da barragem (figura 19). Com isso notou-se um declive de aproximadamente 1,2% em direção à margem direita do Ribeirão, e esse desnível fez com que a escada, que está construída na margem esquerda do rio, isto é, a parte mais alta, secasse completamente.

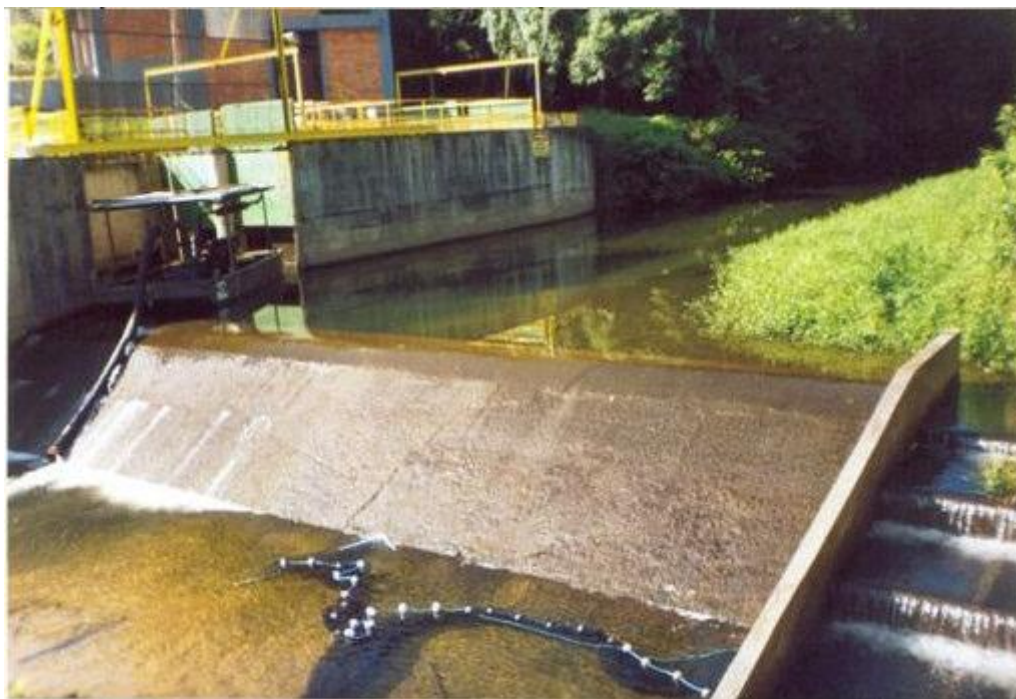


Figura 19 - Superfície da barragem exposta (MORETTO, 2005)

Podemos sugerir como melhoria do funcionamento deste dispositivo, a correção do desnível da barragem, a instalação de uma comporta na ponta a montante da escada, permitindo que ela opere sem problemas com o nível mínimo do reservatório em períodos de estiagem. Além de melhorar a localização da entrada, posicionando-a mais jusante possível para que seja minimizada a interferência do vertedouro no caudal de atração da escada.

3.2. Avaliação Da Eficiência Do Sistema Para Transposição De Peixes Da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães – TO

O trabalho realizado por ALMEIDA, 2006, é mais complexo do que o apresentado por MORETTO, 2005. A área de estudo está localizada no centro do estado brasileiro do Tocantins, a 26 km da cidade de Palmas, no município de Miracema do Tocantins, região norte do Brasil (figura 20). A barragem é parte da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães, que possui uma potência instalada de 902 MW. O reservatório formado pela usina tem área de 630 km² e volume de 5,193x10³ m³.

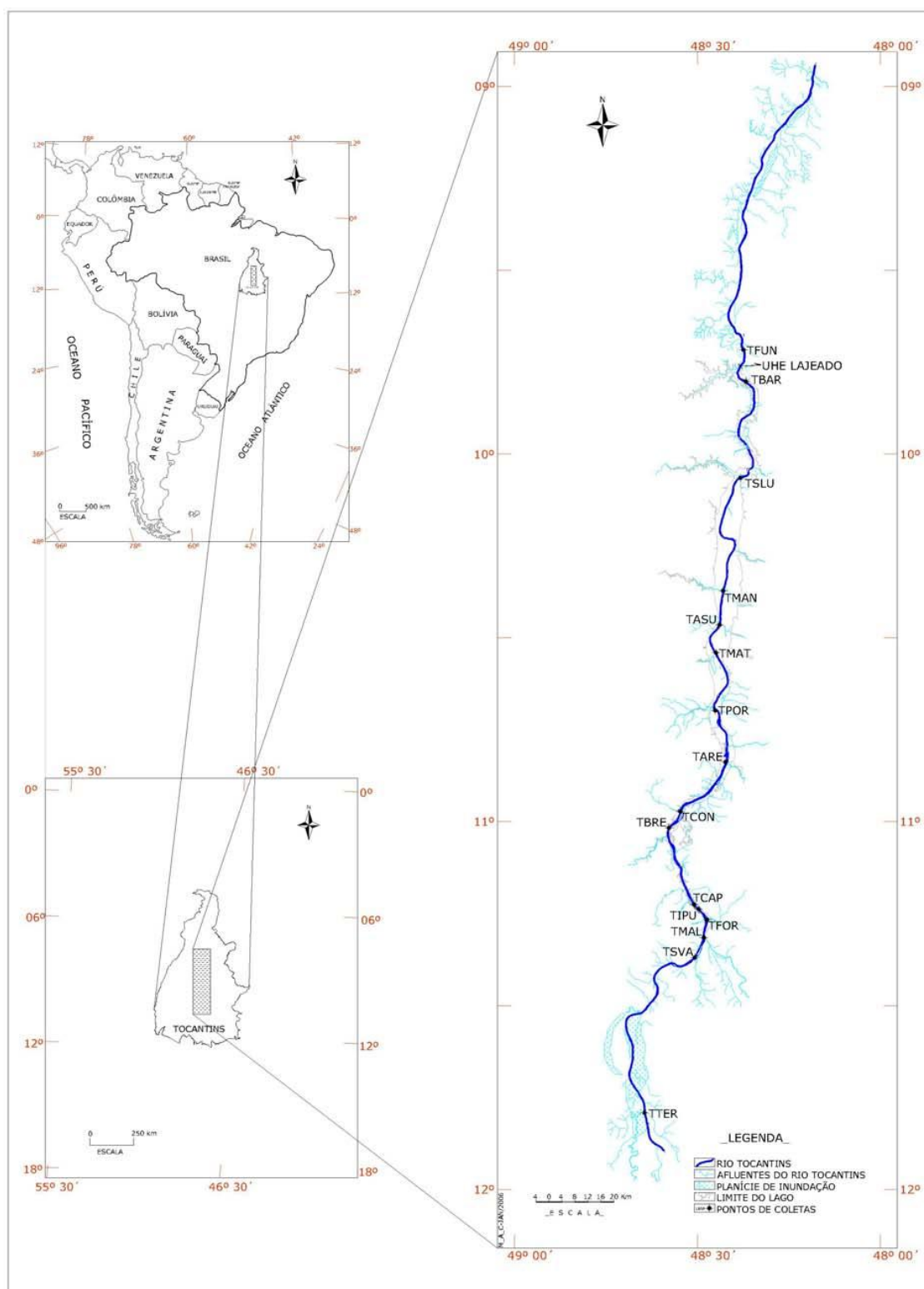


Figura 20 - Área de estudo e localização dos pontos de amostragem a montante e jusante da barragem (ALMEIDA, 2006)

A escada para peixes instalada na hidroelétrica, é do tipo “*weir & orifice*” (figura 21 e 22), tem 873,9 m de extensão, 5% de declividade e 5 m de largura. Localiza-se na margem esquerda do Rio Tocantins. Composta por um canal de atração (98 m de

extensão até o primeiro degrau), cinco tanques de descanso, o primeiro medindo 14,4 x 17 m e os outros quatro 10 x 10 m. Para vencer um desnível de 36,8 m foram construídos 92 degraus, com dois orifícios quadrados de fundo (0,80 x 0,80 m) e duas soleiras superficiais (0,50 x 1,00 m) dispostas alternadamente.



Figura 21 - Passagem do tipo "wier & orifice" (ALMEIDA, 2006)

Com o objetivo de avaliar a eficiência desse STP, foram coletadas amostras, quinzenalmente, nos cinco tanques descanso, no período de novembro de 2002 a outubro de 2003. As coletas foram realizadas a cada seis horas (12:00; 18:00; 24:00 e 06:00). Os peixes foram identificados, marcados, medidos e soltos no tanque imediatamente acima.

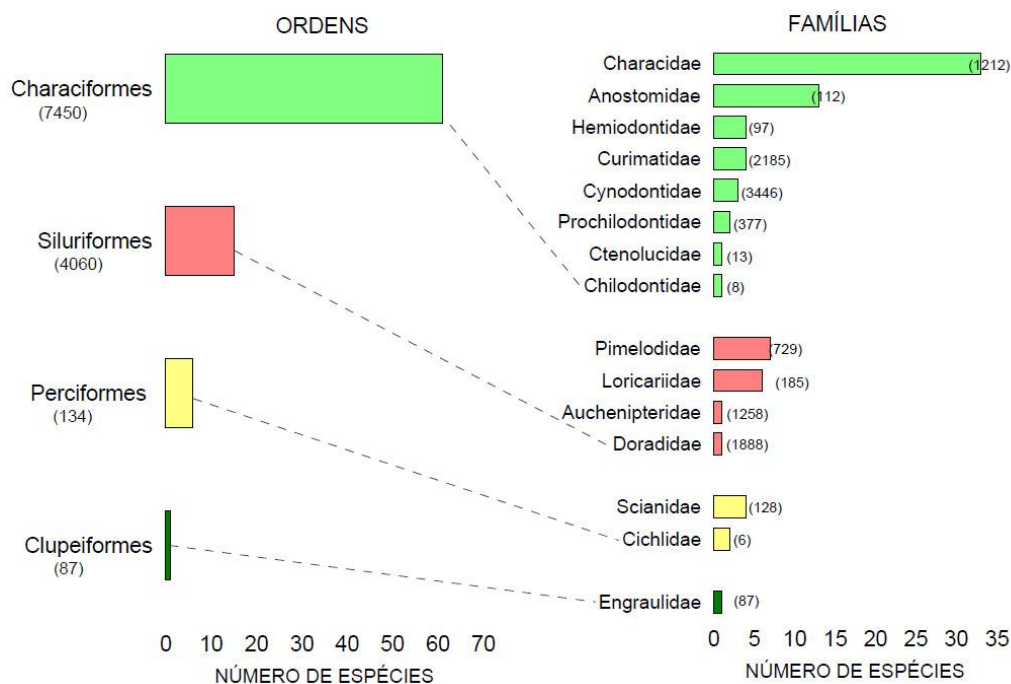


Figura 22 - Escada de peixes da barragem de Lajeado (Fonte: Google Earth)

Segundo o levantamento das espécies que ocorreram no dispositivo, 83 espécies pertencentes a 4 ordens e 15 famílias foram identificados e sua distribuição é apresentado no gráfico 1.

Do total de 117 espécies registradas a jusante da barragem, 83 foram capturadas na escada, o que corresponde a 70,9% das espécies levantadas a jusante. Na escada, a maioria das espécies era de migradores (74,5%), enquanto que a jusante predominam os não migradores (74,3%).

Gráfico 1 - Número de espécies capturadas na escada por Ordem e Família (ALMEIDA, 2006)



Das 32 espécies migradoras registradas na estação de amostragem a jusante da barragem, oito (25%) não ocorreram na escada. O autor cita que algumas espécies presentes nas amostras obtidas a jusante e não foram encontradas na escada, apresentaram abundância baixa (inferior a 0,5% do total) ou rara (inferior a 0,05%) em registros igual ou inferior a 25% das amostras. No entanto, foram encontradas na escada, várias espécies que a jusante apareceram como raras ou esporádicas, algumas até como moderadamente abundante. Isto nos leva a concluir que a seletividade do dispositivo provavelmente está relacionada a capacidade da espécie localizar sua entrada, além de sua competência em superar as dificuldades impostas aos indivíduos que tentam transpô-lo.

A movimentação descendente de indivíduos adultos na escada também foi estudada e revelou que um número extremamente baixo de espécies migradoras e não migradoras utilizaram o dispositivo nesse sentido. Em comparação, o número de indivíduos que realizaram movimentações ascendentes foi de 92 a 1377 vezes maior que aqueles que se descolocaram a partir do reservatório.

Apesar dos esforços para se descobrir a razão para uma diferença tão grande entre o número de indivíduos que utilizaram a passagem nos dois sentidos, como medição e observação do estágio de maturação, não foram encontrados resultados

conclusivos. O que se pode observar foi que, em média, o comprimento dos indivíduos que subiram a passagem era maior do que aqueles que desceram, e não foi observada diferença significativa entre a maturação sexual dos indivíduos que utilizaram a passagem de um modo geral.

Por fim foram estudados os efeitos da variação do nível de água a jusante sobre a eficiência do dispositivo. Entre os meses de maio e outubro, a cota média esteve abaixo de 175,1 m, o número de indivíduos na escada foi extremamente baixo e o número de espécies declinou acentuadamente. Isso evidencia que cotas inferiores a 175,1 m impossibilitam o acesso de algumas espécies a escada.

Baseado das informações e amostras feitas pelo autor, comprovando a utilização da passagem por muitas espécies, se pode concluir que a passagem para peixes instaladas no aproveitamento Hidroelétrico Luís Eduardo Magalhães tem eficiência comprovada, mas limitada por um período de estiagem. A adequação necessária seria a instalação de uma comporta móvel na saída do dispositivo, que permitiria que as condições hidráulicas e a atratividade fossem mantidas e permitam sua utilização pelos peixes durante os períodos afetados pela estiagem. E sugere-se que a passagem deva ser monitorizada e controlada e que ainda há necessidade de informações complementares sobre aspectos conservacionistas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Sistemas de Transposição para Peixes são medidas consolidadas, em todo o mundo, para mitigar o impacto causado por uma barragem, que representa uma barreira física para as espécies aquáticas, constituindo um fator de isolamento das populações antes em contato. Diversos autores como CLAY, 1995, KATAPODIS, 1992, e LARINIER, 2000, realizaram estudos sobre o design e as condições hidráulicas ideais para que se obtenha a máxima eficácia dos dispositivos estudados. Dentre estes, podemos destacar:

- O estudo das espécies migradoras envolvidas, nomeadamente da sua dinâmica, fisiologia e comportamento;
- A instalação de um dispositivo de transposição adaptado às espécies, bem localizado e compatível com o funcionamento da barragem e hidrologia do curso de água;
- Posterior manutenção e estudo da eficácia do dispositivo, e abertura a possíveis melhorias.

Outro fator muito importante na análise de eficiência em um STP, é a identificação das causas de mau funcionamento de um dispositivo, que podem ter diferentes origens, como a deficiência na atratividade, problemas na concepção, projetos subdimensionados e falta de manutenção.

A comunidade acadêmica consagra os STP's através de trabalhos científicos extensos, onde estão exemplificados dispositivos com eficácia comprovada quando asseguradas condições anteriormente enumeradas. Foram muitos os trabalhos consultados, praticamente se esgotando a bibliografia disponível a respeito do tema.

A principal dificuldade encontrada para a elaboração deste trabalho foi encontrar material para consulta, pois muito do que se sabe sobre o tema foi desenvolvido há quase cinquenta anos, e os principais autores sobre o tema não estão disponíveis para consulta em revistas científicas modernas, mas sim em livros com edições descontinuadas.

Este trabalho possui caráter informativo, tendo-se compilado a informação de importantes autores, que desenvolveram projetos em diferentes épocas, atualizando o conhecimento e técnicas que mostraram os melhores resultados. Sendo assim, se torna um manual de instruções para auxiliar na escolha da melhor alternativa e também para facilitar a identificação de problemas de funcionamento.

Relacionando os conceitos apresentados, foi elaborada uma análise sobre dois trabalhos concebidos no Brasil, uma passagem de peixes em uma barragem no Ribeirão Garcia em Santa Catarina, e a outra na Usina Hidroelétrica Eduardo Luís Magalhaes em Tocantins. Não foram encontrados trabalhos em Portugal com informações suficientes que explicitem a eficácia de passagem de peixes em barragens portuguesas, com a finalidade de identificar os fatores positivos e negativos, além de sugerir melhorias, na concepção e operação sobre Sistemas de Transposição de Peixes em barragens brasileiras. A primeira se mostrou totalmente ineficaz, pois não foi comprovada sua utilização por nenhum indivíduo, e a segunda com eficiência comprovada pela passagem de vários indivíduos de muitas espécies diferentes.

Aplicando o conhecimento construído por este trabalho à realidade portuguesa, dois dispositivos teriam maior probabilidade de se mostrar eficazes: as passagens por bacias sucessivas com comunicação entre as mesmas por fendas laterais, adequado a obstáculos com desnível pequeno, e os ascensores para peixes, ideal para desníveis maiores, em grandes barragens. Eles foram escolhidos pois ambos permitem a passagem de um grande número de espécies, desde salmonídeos (*Salmo salar* e *Salmo trutta*), até espécies não saltadoras como os clupeídeos (*Alosa alosa* e *Alosa fallax*), ou ainda a Lampreia (*Petromyzon marinus*). Outro dispositivo discutido pelo autor deste trabalho é a instalação de passagens específicas para a transposição de Enguias (*Anguilla anguilla*), é recomendável utilização deste tipo de dispositivo mesmo onde já existam dispositivos convencionais instalados.

Os STPs utilizados em Portugal por grandes barragens dos principais rios como Crestuma-Lever no Rio Douro, Touvedo no Rio Lima e Belver no Rio Tejo, foram rasamente estudados por alguns autores e não se mostraram minimamente eficazes para as espécies migradoras mais relevantes.

Ressalta-se que somente a instalação destes dispositivos pode não ser suficiente para manutenção de determinadas espécies. É fundamental que medidas mais amplas sejam adotadas, como ordenamento do território em todo o entorno da bacia, manutenção da qualidade da água, manutenção de áreas de desova e controle da sobrepesca destas espécies.

O autor deste texto sugere que as indicações da DGRF sejam discutidas e se tornem determinações que obriguem a instalação de passagens para peixes em locais onde comprovadamente ocorra a presença de espécies que necessitem transitar, por algum motivo, entre os dois lados da barragem.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A. A. (1994). Pesquisas, Monitoramento e Manejo da Fauna Aquática em Empreendimentos Hidrelétricos. Em: *Seminário Sobre Fauna Aquática E O Setor Elétrico Brasileiro. Reuniões Temáticas Preparatórias. Caderno 1 Fundamentos*. COMASE – Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico, Rio de Janeiro, Eletrobrás, 61 p.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Suzuki, H. I. e Junior, H. F. J. (2003). Migratory Fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. Em: *Fishes Migratory of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. Carolsfeld, Harvey, Ross, & Baer. Victoria. The International Bank for Reconstruction and Development. 384 p.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C. & Pelicice, F. M. (2007). *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá. Eduem. 501 p.
- Alexandrino, P. J. de B. (1990). *Dispositivos de Transposição de Barragens para Peixes Migradores, em Deslocações para Montante*. Porto. Universidade do Porto. 61 p.
- Almeida, D. A. A. de. (2006). *Avaliação da Eficiência do Sistema para Transposição de Peixes da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães – TO*. Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente. Palmas. Fundação Universidade Federal do Tocantins. 82 p.
- Armstrong, G. S., Aprahamian, M. W., Fewings, A. G., et al. (2010). *Environment Agency Fish Pass Manual*. Bristol. Environment Agency. 369 p.
- Bernardo, J. M. et al. (2001). *Biologia e Ecologia dos Peixes Migradores do Rio Guadiana*. Évora. Universidade de Évora. 178 p.
- Bochechas, J. (1995). *Condições de Funcionamento e de Eficácia de Eclusas para peixes: Caso das Barragens de Crestuma-Lever e de Belver*. Dissertação de Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos. Lisboa. Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- Bochechas, J., Santo, M. (2009). *As Passagens para Peixes em Portugal*. Lisboa. Direcção Geral dos Recursos Florestais. 69 p.
- California Department of Transportation. (2007). *Fish Passage Design for Road Crossing. California*. California Department of Fish and Games and NOAA Fisheries Service. Southwest Region. 851 p.

- Chagas, A. L. de G. A. (1994). Pesca de Águas Internas. Em: *Seminário Sobre Fauna Aquática E O Setor Elétrico Brasileiro*. COMASE – Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico. Rio de Janeiro. Eletrobrás.
- Clay, C. H. (1995). *Design of fishways and other fish facilities*. 2ª Edição. Lewis Publishers, CRC Press, Inc.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations and Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e V (FAO/DVWK). (2002). *Fish Passage – Design, Dimensions and Monitoring*. Roma. FAO. 119 p.
- Gebler, R. J. (1998). Examples of near-natural fish passes in Germany: drop structure conversions, fish ramps and bypass channels. Em: *Fish migration and fish bypasses*. JUNGWIRTH, SCHMUTZ, WEISS. Fishing News Books. 29 p.
- Godoy, M. P. de. (1985). *Aqüicultura: atividade multidisciplinar, escadas e outras facilidades para passagens de peixes – estações de piscicultura*. Florianópolis. Eletrosul.
- Heinlein, K. P. & Dourador, M. A. F. (2009). *Alterações Tecnológicas a Serem Implementadas em Usinas Hidroelétricas Objetivando Melhorar a Convivência com os Peixes*. Monografia apresentada para conclusão do curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios do Setor Energético ao Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo. São Paulo. USP. 119 p.
- International Commission on Large Dams (ICOLD). (2007). *Dams and the World's Water*. Paris. 68 p.
- Inatomi, T. A. H. & Udaeta, M. E. M. (2005). Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos. Em: *III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*. Campinas - Brasil. Anais do III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
- Japan Commission on Large Dams (JCD). (2009). *Dams in Japan: Past, Present and Future*. Londres. Taylor & Francis Group. 226 p.
- Jansen, R. B. (1980). Dams from the Beginning. Em: *Dams and Public Safety*. Estados Unidos. U.S. Department of the Interior Water and Power Resources Service . 57 p.
- Katapodis, C. (1992). *Introduction to Fishway Design*. Winnipeg. Freshwater Institute Central and Arctic Region. 70 p.

- Larinier, M. (2000). *Dams and Fish Migration*. Toulouse. Institut de Mecanique des Fluides. 30 p.
- Larinier, M. (2001). Environmental Issues, Dams and Fish Migration. Em: *Dam, fish and fisheries – opportunities, challenges and conflict resolution*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. FAO. 169 p.
- Larinier, M. (2002). Pool Fishways, Pre-Barrages and Natural Bypass Channels. Em: *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 364: 54-82. Les Ulis. Knowledge and management of aquatic ecosystems. 29 p.
- Lucas, M. C., Baras, E., Thom, T. J. et al. (2001). *Migration of Freshwater Fishes*. Oxford. Blackwell Science. 440 p.
- Martins, S. L. (2000). *Sistemas para Transposição de Peixes*. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. USP. 170 p.
- Melo, J. J. de. (2009). *As Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos*. Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa. GEOTA – Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa. 28 p.
- Moretto, A. (2005). *Análise da Eficiência da Escada para Peixes no Ribeirão Garcia no Município de Blumenau – SC*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Centro de Ciências Tecnológicas, da Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau. 55 p.
- Morishita, I. (1995). Co-surviving with Nature. Em: *Proceedings of the International Symposium on Fishway'95*. Gifu, Japan.
- Porcher, J. P. (2002). Fishways for Eels. Em: *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 364: 147-155. Les Ulis. Knowledge and management of aquatic ecosystems. 19 p.
- Porcher, J. P. & Larinier, M. (2002). Designing Fishways, Supervision of Construction, Costs, Hydraulic Model Studies. Em: *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 364: 156-165. Les Ulis. Knowledge and management of aquatic ecosystems. 10 p.
- Porcher, J. P. & Travade, F. (2002). Fishways: Biological Basis, Limits and Legal Considerations. Em: *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 364: 9-20. Les Ulis. Knowledge and management of aquatic ecosystems. 12 p.
- Rajaratnam, N., Van Der Vinne, G. & Katapodis, C. (1986). Hydraulics of Vertical Slot Fishways. Em: *Journal of Hydraulic Engineering*, vol 112, Nº 10. Reston, VA. 19 p.

- Rajaratnam, N., Katopodis, C. E Solanki, S. (1991). New Designs for Vertical Slot Fishways. Em: *Canadian Journal of Civil Engineering*. Volume 19, 1992. Canada.13 p.
- Reis, C. A. S. M. & Santos, S. B. (1999). Passagens de Peixes em Aproveitamentos Mini-Hídricos: Caracterização e Diagnóstico Eco-hidráulico. Trabalho final de curso Engenharia do Ambiente Instituto Superior Técnico. Lisboa. Universidade Técnica de Lisboa. 76 p.
- Santo, M. (2005). *Dispositivos de Passagem para Peixes em Portugal*. Lisboa. Direcção-Geral dos Recursos Florestais. 140 p.
- Travade, F. & Larinier, M. (2002). Monitoring Techniques for Fishways. Em: *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. **364**: 166-180. Les Ulis. Knowledge and management of aquatic ecosystems. 15 p.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2007). *Dams and Development: Relevant Practices for Improved Decision-Making*. Nairobi. Progress Press Ltd. 192 p.
- World Commission on Dams (WCD). (2000). *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making*. Londres. Earthscan Publications Ltd. 404 p.

6. ANEXO

Informação e documentação necessária para análise de necessidade de construir um dispositivo de passagem para peixes numa determinada obra transversal fluvial. Informativo da Autoridade Florestal Nacional.

Quadro A Informação a constar num pedido de parecer prévio	
Identificação do proponente	Nome
	Morada
	N.ºs de telefone e fax
	Endereço electrónico
	Pessoa a contactar e respectivo contacto
Identificação e localização da infraestrutura hidráulica	Designação da obra
	Curso de água onde se localiza a infraestrutura e respectivo código segundo a classificação decimal dos cursos de água (Direcção Geral dos Recursos e Obras Públicas, 1981. – Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água, Ministério da Habitação e Obras Públicas, Lisboa);
	Localização exacta da infraestrutura: coordenadas, localidade mais próxima, freguesia, concelho.
Características da infraestrutura hidráulica	Tipo da infraestrutura hidráulica (açude, barragem ou outro, nova ou obra ou recuperação de obstáculo já existente, material de construção, forma do descarregador de cheia, utilização, exploração ou finalidade da obra, outras características que sejam consideradas relevantes)
	Altura da infraestrutura hidráulica acima do leito natural do curso de água
Dados hidrológicos	Caudais médios mensais

Quadro B Informação e documentação necessária para análise da necessidade de construir um dispositivo de passagem para peixes em determinada obra		
Memória Descritiva	Identificação do proponente	Nome
		Morada
		N.ºs de telefone e fax
		Endereço electrónico
		Pessoa a contactar e respectivo contacto
	Identificação do projectista (opcional)	Nome
		Morada
		N.ºs de telefone e fax
		Endereço electrónico
		Pessoa a contactar e respectivo contacto
	Identificação e localização da infraestrutura hidráulica	Designação da obra
		Curso de água onde se localiza a infraestrutura e respectivo código segundo a classificação decimal dos cursos de água (Direcção Geral dos Recursos e Obras Públicas, 1981. – Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água, Ministério da Habitação e Obras Públicas, Lisboa);
		Localização exacta da infraestrutura: coordenadas, localidade mais próxima, freguesia, concelho.
		Localização exacta da central hidroeléctrica: coordenadas, localidade mais próxima, freguesia, concelho;
		No caso de aproveitamento hidroeléctrico
		Distância, ao longo do curso de água, entre a infraestrutura e a restituição da água turbinada, no caso desta ocorrer no mesmo curso de água, ou identificação do curso de água onde ocorre a restituição e a localização exacta desse local.
		Altura da infraestrutura hidráulica acima do leito natural do curso de água
Características da infraestrutura hidráulica e da albufeira	Finalidade, utilização ou exploração da infraestrutura (exemplo: aproveitamento hidroeléctrico,	

	No caso de aproveitamento hidroeléctrico	aproveitamento hidroagrícola, finalidades paisagísticas e / ou recreativas, outros).
		Variação de nível da água prevista a montante a jusante do obstáculo; tipo de variação (diária, mensal, anual), explicação dessa variação.
		Regime de exploração ao longo do ano
		• Variação diária do nível de água na albufeira e tempo médio de permanência no NPA
		• Nível de água a jusante da infraestrutura e respectiva variação
		Potência a instalar;
		Energia produtível em ano médio;
		Caudal de dimensionamento da central;
		Queda bruta máxima;
		Queda útil;
		N.º de turbinas, tipo e dimensões;
		Protecção da tomada de água contra a entrada de fauna aquática;
		Comprimento da infraestrutura;
		Altura máxima acima da fundação;
		Altura acima do leito natural do curso de água;
		Nível de Pleno Armazenamento (NPA); Área da albufeira ao NPA; Profundidade máxima da albufeira ao NPA; Volume armazenado pela albufeira ao NPA; extensão do regolho da albufeira;
		Nível Mínimo de Exploração (Nme); Área da albufeira ao Nme;
		Nível máximo de cheia (NMC).
Dados hidrológicos e características do curso de água		Caudais médios mensais, caudal modular, caudais ecológicos e eventuais caudais reservados;
		Especificação sobre a forma de libertação de caudal ecológico e eventual caudal reservado; mecanismos de regulação de controle do caudal libertado;
		Área da bacia hidrográfica a montante da infraestrutura hidráulica;
		Perfil longitudinal do leito do curso

		de água, numa extensão de 300m a jusante da infraestrutura ou, caso se trate de um aproveitamento hidroeléctrico cuja central não se encontre junto desta, o perfil longitudinal do troço entre a infraestrutura e o local da restituição;
		Identificação dos obstáculos à livre circulação dos peixes existentes no curso de água com a descrição dos seguintes elementos: tipo de obstáculo, se é natural ou artificial, altura acima do leito do curso de água, profundidade da coluna de água a jusante do obstáculo, distância à infraestrutura hidráulica a construir;
		Relatório fotográfico com destaque dos obstáculos identificados;
		Tipo de substrato (granulometria) do leito do curso de água na proximidade do obstáculo;
		Descrição da zona de implantação do açude (tipo de vale, galeria ripícola, outras características);
Elementos Gráficos	Cartas	Representação na CM 1:25000 a localização da infraestrutura e da central hidroeléctrica, caso exista.
	Desenhos	Planta da infraestrutura hidráulica e de outras estruturas associadas;
		Corte longitudinal da infraestrutura hidráulica;
		Corte transversal da infraestrutura hidráulica, com os seguintes detalhes: cota correspondente ao NPA e cota correspondente ao NME.

Quadro C Informação a constar num projeto de passagem para peixes		
	Conteúdo	Descrição / observações
Memória Descritiva	Tipo de dispositivo	Bacias sucessivas, passagem com deflectores, ascensores, eclusas, passagens naturalizadas, combinações de tipos ou outros.
	Implantação	Margem em que se encontra, forma como se implanta na obra.
	Caudais de dimensionamento da passagem para peixes	Gama de caudais que é prevista circular na passagem para peixes e articulação desses valores com o caudal ecológico e eventual caudal reservado a debitar em cada momento e com o caudal no curso de água e níveis de água a montante e a jusante do obstáculo.
	Tomada de água para o dispositivo	Descrição da forma de admissão de água para o dispositivo e da sua forma de impedir a entrada de lixos.
	Local de entrada para os peixes	Posicionamento da zona de entrada dos peixes para o dispositivo (no sentido jusante-montante) relativamente ao curso de água e ao obstáculo.
	Hidráulica do dispositivo	Valores dos seguintes parâmetros hidráulicos para a gama de caudais a circular na passagem para peixes: velocidade do escoamento, potência volúmica dissipada dentro do dispositivo e desníveis entre planos de água de bacias consecutivas (no caso de dispositivos deste tipo).
	Condições de luminosidade e ruído	Descrição de eventuais variações nestes parâmetros no interior da passagem para peixes.
	Condições de acesso	Descrição da forma de acesso ao dispositivo em condições de segurança de forma a poder observar detalhadamente o seu funcionamento e estado de manutenção.
	Concepção do funcionamento	Eventuais variações previstas nas condições de funcionamento do

		dispositivo ao longo do tempo; identificação de eventuais períodos em que não haja caudal disponível para o seu funcionamento adequado.
	Plano de manutenção do dispositivo	Descrição da forma prevista de verificação regular do funcionamento do dispositivo e da execução de operações de manutenção.
No caso de passagem para peixes do tipo baciassucessivas:	Número de bacias	Considerando uma bacia um compartimento do canal de passagem para peixes, individualizado por um septo a montante e outro a jusante.
	Número de septos	(paredes que individualizam as bacias)
	Bacias	Largura e comprimento interior.
	Material de construção	Do canal de passagem para peixes, septos, fundo do canal ou outros.
	Septos	Forma, dimensões (altura, largura e espessura) e material de construção.
	Deflectores dos septos	Dimensões, posicionamento e material de construção.
	Forma de escoamento entre bacias	Dimensões dos descarregadores laterais, fendas, orifícios ou qualquer forma existente nos septos (largura dos descarregadores /fendas, altura dos descarregadores/fendas acima da soleira da bacia e largura e altura dos orifícios) – devem ser apresentados todos os diferentes septos que existam na passagem para peixes.
	Comportas	Tipo, forma, material de construção e modo de funcionamento.
	Grelhas	Existência de grelhas de segurança ou de protecção contra a entrada de detritos no dispositivo.
No caso de ascensores para peixes:	Paredes do canal	Altura.
	Detalhes estruturais do dispositivo e respectivas dimensões;	
	Forma de atracção dos peixes;	
	Dimensões e forma da cuba;	
	Regime de funcionamento;	

	Forma de libertação dos peixes para montante.	
No caso de passagens naturalizadas:	Tipo de passagem naturalizada	Descrição.
	Dimensões	Larguras, comprimentos, alturas.
	Materiais utilizados	No caso de pedras e blocos referir a proveniência.
	Declive da passagem para peixes	
	Tomada de água	Descrição da forma de admissão de água; existência de comportas.
	Comunicação a jusante	Descrição.
	Caudais	Caudal ou gama de caudais prevista para o funcionamento da passagem para peixes
	Profundidades de água	Profundidade da coluna de água na passagem para peixes
Elementos gráficos:	Peças desenhadas representativas do dispositivo de passagem para peixes, todas as suas dimensões, componentes acessórios, materiais de construção e forma de acesso: plantas e cortes.	
	No caso de passagens para peixes do tipo bacias sucessivas:	Planta da passagem de peixes à escala 1:50 com o seguinte detalhe: comprimento e largura do interior de todas as bacias, largura dos septos de separação entre bacias, representação da existência de descarregadores e/ou orifícios em cada septo, representação da existência de “deflectores”;
		Corte longitudinal da passagem para peixes à escala 1:50 com o seguinte detalhe: cota do fundo do canal imediatamente a montante dos septos de separação entre bacias, cota do fundo do canal a meio do comprimento das bacias, cota da soleira do descarregador em todos os septos em que estejam previstos descarregadores;
		Representação da existência ou não de descarregadores, fendas, orifícios de fundo e/ou qualquer forma de descarga entre bacias;
		Representação da existência de comportas e de grelhas;
	No caso dos ascensores:	Pormenor dos septos à escala 1:20, para todos os diferentes tipos de septo eventualmente projectados, com os seguintes detalhes: altura e largura do septo, altura e largura do orifício de fundo, altura e largura do descarregador, altura e largura das fendas, existência de deflectores, altura do fundo da bacia à soleira do descarregador ou fenda.
		Plantas e cortes dos elementos estruturais do dispositivo à escala 1:50 ou 1:20.

